5/3

Televisie

Inhoud

[1)] Dit hoofdstuk heeft een eigen inhoudsopgave

5/3.1

Functie en werking van televisie volgens het PAL-systeem

Inhoud

5/3.1.1

Inleiding

De grote evolutie

Compatibiliteit en complexiteit
Een televisie-ontvanger heeft zich van het relatief eenvoudige zwart-wit apparaat van pakweg dertig jaar geleden ontwikkeld tot een zeer ingewikkeld systeem, waarin analoge en digitale technieken gecombineerd worden met als resultaat maximale gebruikersvriendelijkheid en maximale beeld- en geluidskwaliteit. Toch is er, hoe vreemd het ook mag lijken, niets verandert aan de fundamentele werking van een TV! Een rechtstreeks gevolg van de eis dat alle verbeteringen en vernieuwingen wel "downwards compatible" moesten zijn. Hetgeen betekent dat KTV-uitzendingen op een kleurenontvanger in kleur ontvangen moesten worden, maar ook in zwart/wit op een oude zwart/wit-TV. Uiteraard stelde deze eis zeer grote problemen aan de systeemontwerpers. En dat men er steeds in geslaagd is alle vernieuwingen zo in het bestaande systeem in te voegen dat aan genoemde eis voldaan werd, is een wonder van menselijke inventiviteit!

Ga maar na wat er allemaal in de afgelopen twintig jaar veranderd is.

- Kleurenontvangst
  De omschakeling van zwart/wit naar kleur, met compatibiliteit als eis, was een van de grootste uitdagingen voor de ontwerpers. In de beperkte bandbreedte van ongeveer 5 MHz, ruim voldoende voor het verzenden van zwart/wit-informatie en geluid, moest opeens veel meer informatie worden ondergebracht. Daar is men wonderwel in geslaagd, maar niet volgens het meest logische systeem. Zou men een heel nieuw TV-systeem hebben mogen ontwerpen, zonder de eis van compatibiliteit, dan zou het KTV-systeem er heel anders en veel eenvoudiger hebben uitgezien.
- Teletekst
  En toen kwam Teletekst. Alweer met als gevolg dat in het bestaande systeem veel en veel meer informatie in de beschikbare bandbreedte moest worden verzonden, zonder dat niet-Teletekst toestellen daar enige hinder van ondervonden.
  En alweer is men er in geslaagd deze uitdaging tot een goed einde te brengen. Maar ook nu kan men stellen dat dit alleen is mogelijk geworden door zeer ingenieuze en inventieve oplossingen en schakelingen te verzinnen, maar die zeer zeker niet eenvoudig zijn.
- Stereo of tweekanaals geluid
  En alsof het nog niet genoeg was, werd in 1881 besloten dat TV-studio's ook de mogelijkheid moesten krijgen om stereofonisch of tweekanaals geluid uit te

stralen. Alweer moesten de technici systemen en schakelingen verzinnen om de extra informatie in de ter beschikking staande maximale bandbreedte van 7 MHz per zender onder te brengen.
En alweer moesten die schakelingen en principes zo werken, dat oude ontvangers op hun gebruikelijke manier de uitgebreide informatie moesten blijven verwerken.

De digitale revolutie
De drie genoemde uitbreidingen op het basis-principe hebben een moderne KTV al tot een zeer ingewikkeld apparaat verheven. Maar er is nog veel meer aan de hand.
Door het steeds goedkoper worden van zeer ingewikkelde digitale schakelingen ging men deze ook in de TV-ontvanger toepassen. Bijvoorbeeld om een beeld in real-time modus te digitaliseren, op de slaan in een geheugen en nadien op verdubbelde snelheid op de beeldbuis weer te geven. Deze zogenaamde "enhanced 100 Hz technology" heeft tot gevolg dat er 100 in plaats van 50 halve beelden per seconde op de beeldbuis worden geschreven, zodat een rustig, flikkervrij beeld ontstaat.
En als men nu toch een groot beeldgeheugen en bijbehorende schakelingen heeft, dan kan men deze elektronica uiteraard net zo goed gebruiken voor "PIP". "Picture In Picture", het verkleind in een venster weergeven van het programma van een tweede kanaal!
Voegt men er dan nog een snelle microprocessor en beeldbewerkingssoftware aan toe, dan kan men het beeld digitaal gaan verwerken, zoals verkleinen, vervormen, uitvergroten en kwalitatief verbeteren.

Gespecialiseerde techniek
Kortom, KTV-techniek is een eigen specialisme geworden, waarin bovendien wel iedere maand nieuwe technieken en ideeën worden ontwikkeld en toegepast. Het is dan ook volstrekt onmogelijk de werking van een moderne KTV-ontvanger tot in de details te bespreken in een hobby-handboek dat bovendien het gehele gebied van de elektronica wil beschrijven.
Dus zal in zestien hoofdstukken niet meer dan een vrij globale indruk gegeven worden van de principes, de werking en de praktische schakelingen van alle aspecten van een moderne KTV-ontvanger. En, zoals zal blijken, zelfs voor het geven van deze globale indruk zijn heel wat pagina's noodzakelijk!

Wat aan de orde zal komen

Inleiding
De volledige KTV-technologie wordt opgesplitst in zestien hoofdstukken, die ieder een bepaald aspect van het gebeuren uitgebreid zullen behandelen. Naast de noodzakelijke achtergrond-informatie over technieken, systemen en principes zal uiteraard veel aandacht worden besteed aan de praktische schakelingen die in KTV-ontvangers gebruikt worden. En het hoeft geen nadere toelichting dat voornamelijk schakelingen met geïntegreerde schakelingen aan de orde zullen komen!

In deze zestien hoofdstukken zullen de onderstaande aspecten van de KTV-technologie behandeld worden.

3.1 Functie en werking van televisie volgens het PAL-systeem

5/3.1.2
Algemene principes
In dit hoofdstuk zal een overzicht worden gegeven van de algemene principes van TV-ontvangst. Zo zal het reproduceren van het beeld worden besproken, de verschillende signalen worden behandeld die noodzakelijk zijn voor die reproductie in de ontvanger en de grondbeginselen van het principe van kleur-modulatie worden toegelicht.
Ook de diverse geluidsystemen die nu in gebruik zijn, namelijk mono, stereo en twee-kanaal, worden aan de orde gesteld. Tot slot zal het nodige toegelicht worden over de frequentiebanden, de kanaalindeling en zal in het kort het meest fundamentele blokschema van een KTV worden besproken.

5/3.1.3
De synchronisatie schakelingen
In dit hoofdstuk wordt het recupereren van de synchronisatiepulsen uit het video/sync-signaal behandeld. Verder wordt toegelicht waarom de vertikale sync-puls een vrij ingewikkelde samenstelling moet hebben en waarom het noodzakelijk is een storingsonderdrukking in de sync-scheider in te bouwen. Na de recuperatie moeten de horizontale en vertikale sync-pulsen van elkaar gescheiden worden. Niet alleen worden de daarvoor toegepaste principes behandeld, maar daarnaast worden vele praktische voorbeeldschakelingen met transistoren en IC's behandeld.

5/3.1.4
Technologie van de beeldbuis
In dit hoofdstuk wordt het belangrijkste onderdeel van een KTV-ontvanger in het voetlicht geplaatst. De lezer maakt kennis met verschillende soorten beeldbuizen en leert het verschil kennen tussen in-line en delta buizen.
Verder wordt uitgebreid ingegaan op enige vervelende fysische en optische eigenschappen van de beeldbuis en welke schakeltechnische maatregelen genomen moeten worden om deze vervelende eigenschappen te compenseren.

5/3.1.5
De beeldafbuiging
In dit hoofdstuk worden de schakelingen behandeld die gebruikt worden voor het besturen van de elektronenspot in vertikale richting over het scherm. Uiteraard behoren ook de vermogenseindtrappen, die de noodzakelijke vrij hoge afbuigstromen opwekken, in dit hoofdstuk thuis. Tot slot komt de synchronisatie aan de orde, die er voor zorgt dat de beeldafbuiging synchroon verloopt met deze in de camerabuis die het beeld opneemt.

5/3.1.6
De lijnafbuiging
Dit hoofdstuk behandelt in feite dezelfde principes, maar nu voor de veel snellere horizontale afbuiging. En dat snelheidsverschil heeft nogal wat consequenties voor de manier waarop men de principes in praktische schakelingen moet omzetten. Deze zijn namelijk absoluut niet te vergelijken met de schakelingen die voor de vertikale afbuiging kunnen worden gebruikt.

5/3.1.7
De hoogspanningsgenerator
Voor het versnellen van de elektronenstraal van het elektronenkanon naar de beeldbuis is een naversnellingsspanning van meer dan 20.000 V noodzakelijk. In dit hoofdstuk worden de verschillende technieken besproken die worden toege-

past om deze extra hoge spanning op een veilige manier te genereren.

5/3.1.8
De tuner(s) en zenderzoeksystemen

De tuner(s) zorgen ervoor dat de gebruiker de KTV op een bepaalde zender kan afstemmen. E zijn steeds twee tuners aanwezig, omdat de frequentie van de VHF- en UHF-banden te ver uit elkaar liggen om door een en dezelfde schakeling verwerkt te worden.
In principe werken deze tuners ook volgens het van de radiotechniek bekende superheterodyne-principe. Het via de antenne ontvangen signaal wordt gemengd met het signaal van een locale oscillator. Uit het mengproduct wordt het verschilsignaal gefilterd dat nadien ter beschikking staat van de middenfrequent versterker.

5/3.1.9
De beeld middenfrequent versterker

De middenfrequent versterker voor het beeld mag dan wel, net zoals bij de radiotechniek, afgestemd zijn op een vaste frequentieband, maar aan de doorlaatkarakteristiek worden vrij hoge eisen gesteld. Waarom dat zo is wordt uitvoerig toegelicht in dit hoofdstuk. En natuurlijk komen ook alle AVR-schakelingen aan de orde, die noodzakelijk zijn om het in amplitude gemoduleerde videosignaal met een ongeveer constante amplitude uit de MF-versterker te halen.

5/3.1.10
De audio verwerking

Voor het verwerken van het audiosignaal bestaan verschillende systemen.
Soms wordt het signaal voor de videodemodulator afgenomen, soms na de video-demodulator. Over voor- en nadelen van beide systemen weet men alles na bestudering van dit hoofdstuk!
Vervolgens wordt de verwerking van stereo en twee-kanaals geluid behandeld, met enige praktische schakelingen van demodulatoren.

5/3.1.11
De video verwerking

Na de videoversterker in de MF-versterker volgt de video-demodulator. Ook hier bestaan verschillende systemen voor en bovendien vervult deze trap een belangrijke rol in het genereren van de noodzakelijke stuurspanningen voor de AFC en AVR.

5/3.1.12
De kleurcodering en -decodering

In dit hoofdstuk wordt de KTV-ontvanger even aan de kant gezet en wordt een kijkje genomen in de studio en TV-camera. Dit is ongetwijfeld het meest ingewikkelde en complexe hoofdstuk! Allereerst wordt begonnen met een vrij diepzinnige bespreking van het begrip kleur. Want zonder deze basiskennis is het onmogelijk om ook maar iets te begrijpen van de manier waarop het uiteindelijke chroma-signaal wordt gegenereerd.
De drie kleursignalen die de camera levert, namelijk rood, groen en blauw, worden op een zeer ingewikkelde manier omgezet in één signaal, dat onder de naam "chroma" door het leven gaat. Na de lectuur van dit hoofdstuk moet in ieder geval in grote lijnen duidelijk zijn welke technieken en schakelingen daarvoor worden gebruikt.

5/3.1.13
De kleur verwerking

Dat chroma-signaal wordt in de KTV-ontvanger weer uit het videosignaal gescheiden en, via zeer ingewikkelde schake-

lingen, weer omgezet in de originele drie basiskleuren rood, groen en blauw. Ook hiervoor zijn complexe schakelingen en technieken nodig, die de volle aandacht krijgen.

5/3.1.14
De voeding
Zelfs moderne hoog-geïntegreerde KTV-ontvangers verbruiken tamelijk wat vermogen. En dus wordt meestal geen standaard voeding gebruikt, maar plaats- en geldbesparende moderne technologieën. Maar die verschillen zo fundamenteel van het standaard schema van een voeding, dat er heel wat over te vertellen valt.

5/3.1.15
Het principe van Teletekst
De bedoeling van dit hoofdstuk zal duidelijk zijn. Na een bespreking van de manier waarop de Teletekst-gegevens in het bestaande KTV-signaal wordt verweven worden enige moderne Teletekst-decoders aan de orde gesteld.

5/3.1.16
Digitale signaalverwerking in de TV
In dit hoofdstuk worden moderne snufjes behandeld zoals:
- bemonstering van videosignalen;
- video A/D-processoren;
- opheffing van beeldflikker;
- beeld in beeld;
- enhanced resolution;
- beeldzoom;
- multiple picture.

Allemaal zaken waarvoor men eerst het analoge beeld in een digitale code moet omzetten, deze code in een geheugen opslaan en er desnoods een snelle microprocessor mee laat rekenen.

5/3.1.17
Satelliet-TV
Het ontvangen van satelliet-zenders stelt weer heel andere eisen aan de ontvangerschakelingen.
Niet alleen vanwege het feit dat de zenderfrequenties veel hoger liggen en de schotelantenne een zeer specifiek onderdeel met idem eisen en schakelingen is. Maar ook doordat een heleboel satellietsignalen gecodeerd worden verstuurd. Zonder duur te betalen decoders kan men de signalen wel ontvangen, maar verschijnt er niets bruikbaars op het beeld. Enige van de gebruikte scramblingtechnieken zullen in dit hoofdstuk aan de orde komen.

3.1 Functie en werking van televisie volgens het PAL-systeem

5/3.1.2

Algemene principes

Beeldoverdracht

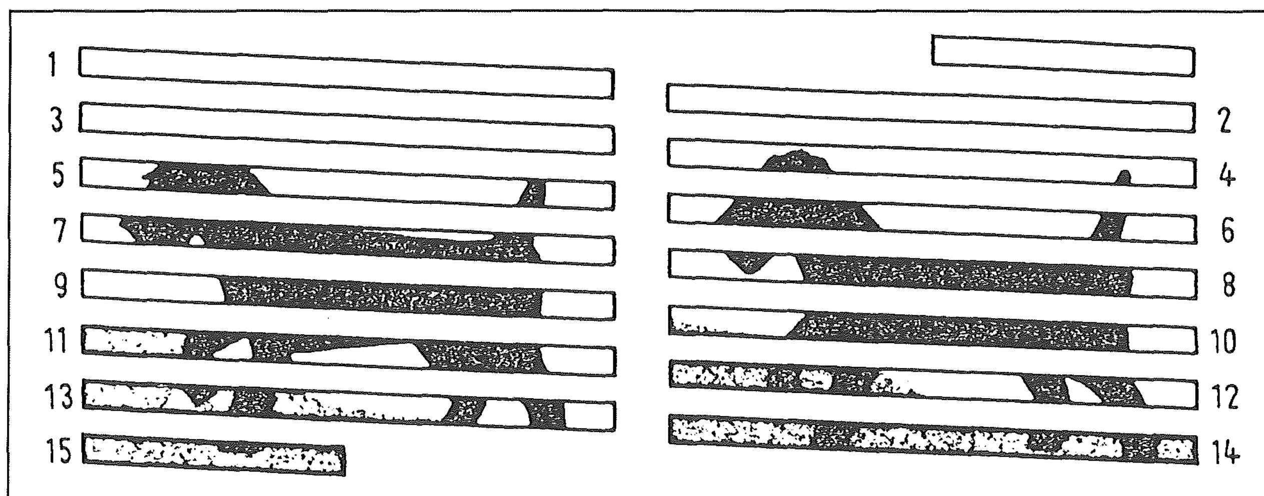
Het schrijven van een beeld
In principe kan men gelijk welk beeld reproduceren door het, onder de vorm van een kruiswoordpuzzel, in te delen in een aantal lijnen en een aantal kolommen. Op het snijpunt van iedere lijn en iedere kolom ontstaat een beeldpunt en het totale aantal beeldpunten is dan uiteraard gelijk aan het product van het aantal lijnen en het aantal kolommen. Ieder beeldpunt wordt gekarakteriseerd door een helderheidswaarde (voorgesteld door de luminantie-factor Y) en door een kleuren- of chroma-signaal. Beide signalen bevatten de rood-, groen- en blauwwaarden van de kleurtint van het punt.
Op de principes van het omzetten van kleurinformatie in analoge elektronische signalen wordt nader ingegaan in hoofdstuk 5/3.1.12.

Door nu de drie elektronenstralen in een kleurenbeeldbuis deze matrix punt voor punt te laten reproduceren op het scherm en voor ieder punt de specifieke luminantie- en chroma-waarden in de stralen te moduleren ontstaat een reproductie van het beeld.

Op deze manier werkt ieder beeld dat door een digitale computer wordt opgewekt. Bij het systeem van de analoge TV wordt het beeld echter alleen vervat in een aantal horizontale lijnen die onder elkaar op het beeldscherm worden geschreven. Er zijn geen kolommen, zodat iedere lijn in principe een oneindig aantal beeldpunten zou kunnen bevatten. In de praktijk is dit echter niet het geval, want deze horizontale resolutie wordt begrensd door de bandbreedte van het uitgezonden signaal. Daar wordt later op terug gekomen.

De beeldopbouw bij televisie
Bij televisie volgens de Europese PAL-norm wordt een beeld opgebouwd uit 625 horizontale lijnen. Deze worden van links naar rechts over de beeldbuis geschreven. Deze lijnen worden echter niet in één proces onder elkaar geschreven, maar ingedeeld in twee halve beelden. Het ene halve beeld bevat de even lijnen, het volgende halve beeld de oneven lijnen. Ieder half beeld wordt een "raster" genoemd. Beide halve beelden worden in elkaar gevlochten, zodat door de traagheid van het menselijke oog de indruk ontstaat dat er per twee opeenvolgende halve beelden van 312,5 lijnen één volledig beeld van 625 lijnen wordt geschreven. Dezelfde traagheid heeft als resultaat dat de 50 halve beelden per seconde als een redelijk flikkervrij verschijnsel op het scherm worden ervaren.

3.1 Functie en werking van televisie volgens het PAL-systeem



Figuur 5/3.1.2-1: Het door elkaar vlechten van de 2 x 312,5 lijnen die één volledig TV-beeld vormen.

Met opzet wordt "redelijk flikkervrij" geschreven, omdat in feite de beeldherhalingsfrequentie te laag is om op grote schermen een stabiel beeld te verkrijgen. Vandaar dat de nieuw ontwikkelde semi- of volledig digitale TV-systemen werken met een beeldherhalingsfrequentie van 100 Hz, de zogenaamde "enhanced resolution".

Het proces van 2 x 25 halve beelden op het scherm schrijven noemt men het "interliniëren" van het beeld en dit is een van de belangrijkste eigenschappen en tevens een van de voornaamste beperkingen van het analoge TV-systeem, zoals zich dat in de loop der tijden ontwikkeld heeft.

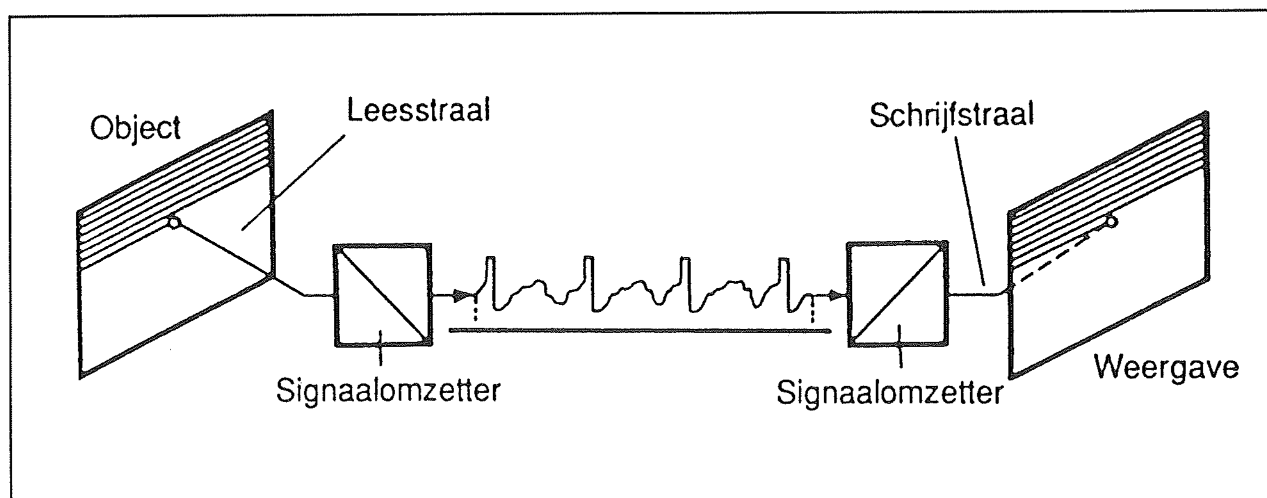
In figuur 5/3.1.2-1 is getekend hoe de lijnen van de twee halve beelden door elkaar gevlochten zijn.

De eerste lijn met nummer 1 van het eerste halve beeld start in de linker bovenhoek van de beeldbuis. De laatste halve lijn van dit halfbeeld (hier voor de eenvoud voorgesteld met nummer 15) eindigt in het midden van de onderste rand van de beeldbuis.

Nadien worden de elektronenstralen weer zeer snel en onderdrukt naar boven gestuurd, zodat het volgende halve beeld start met een halve lijn, die van het midden van de bovenste rand van de beeldbuis naar de rechter rand wordt geschreven.
De laatste lijn van het tweede halve beeld eindigt in de rechter onderhoek van het scherm. Vandaar worden de drie elektronenstralen weer zeer snel naar de linker bovenhoek van het scherm gestuurd en kan het proces zich herhalen.

De lijn- en beeldherhalingsfrequenties
Er worden dus 50 halve beelden per seconde uitgezonden, die ieder bestaan uit 312,5 horizontale lijnen. Een lijn wordt bijgevolg in 64 μs geschreven, een half beeld neemt 20 ms in beslag. De herhalingsfrequentie van een lijn is dus gelijk aan 15.625 Hz, die van het beeld bedraagt 50 Hz. Beide frequenties zijn zeer belangrijk, omdat in iedere TV-ontvanger oscillatoren aanwezig zijn die op deze frequenties werken.
Deze oscillatoren verzorgen de horizontale en vertikale afbuiging van de elektronenstralen.

3.1 Functie en werking van televisie volgens het PAL-systeem



Figuur 5/3.1.2-2: De synchronisatie tussen de beeldaftasting in camera en ontvanger.

De noodzaak tot synchronisatie
Het lijnsgewijs schrijven van een beeld op het scherm van de ontvanger is uiteraard geen proces dat op zichzelf staat. Ook in de zender, of preciezer gezegd, in de TV-camera die het beeld opneemt, wordt het beeld dat via de lenzen op de lichtgevoelige laag van de opneembuis valt, op dezelfde manier afgetast.
Dit proces wordt schematisch toegelicht aan de hand van figuur 5/3.1.2-2.

Ook in de camera zijn twee oscillatoren aanwezig, die het op te nemen beeld lijn voor lijn aftasten.

Het zal duidelijk zijn dat de frequenties van de oscillatoren in de TV-ontvanger precies in de pas moeten lopen met deze die het originele beeld aftasten in de TV-opnamebuis in de camera. Is dat niet het geval, dan ontstaan synchronisatiefouten die zich uiten in het horizontaal of verticaal over het scherm lopen van het beeld. Zoals bij de bespreking van het uitgezonden signaal zal blijken, is het noodzakelijk synchronisatie-impulsen mee te versturen die in de ontvanger zorgen voor het in de pas lopen van de twee oscillatoren.

Samenstelling van het TV-signaal

Inleiding
Net zoals bij radio-ontvangst wordt ook bij TV gebruik gemaakt van hoogfrequente modulatie om de uit te zenden signalen via de zendantenne te versturen. Het modulatiesignaal is echter veel ingewikkelder van samenstelling dan bij een radio-ontvanger. Er zijn niet minder dan zes signalen noodzakelijk om in een TV-ontvanger een beeld te reconstrueren.
Een TV-beeld wordt opgebouwd door het uit te zenden beeld lijn per lijn af te tasten en dit 25.625 keer per seconde. Het zal dan ook duidelijk zijn dat één dergelijke aftasting met een tijdsduur van 64 µs de basis is van het uitgezonden signaal. De meeste van deze zes signalen zijn dan ook op de een of andere manier gekoppeld aan dat basissignaal met een breedte van 64 µs.

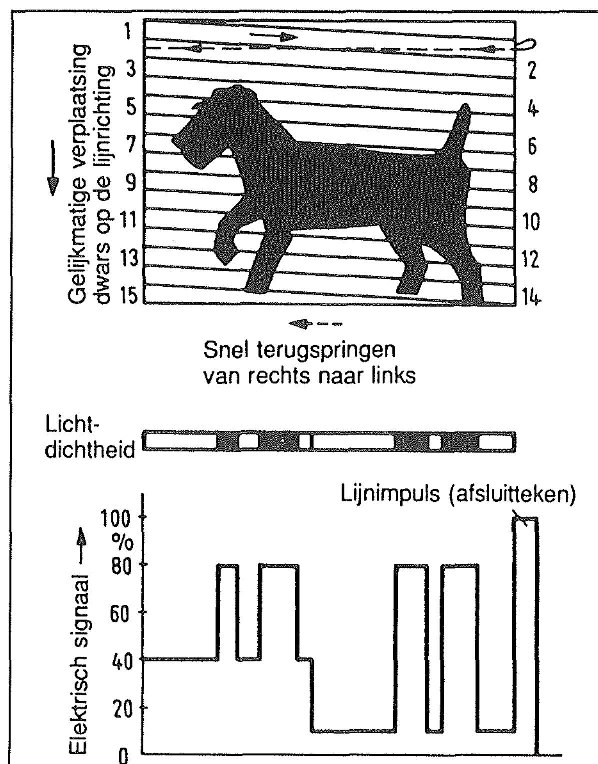
Het luminantie-signaal
Het luminantie-signaal is de basis van de TV-overdracht. In de oude zwart/wit-

ontvangers was dit signaal het enige dat noodzakelijk was om het zwart/wit-beeld weer te geven.
Dit signaal bevat namelijk de helderheidsverschillen tussen de opeenvolgende beeldpunten van het uitgezonden beeld. Omdat het beeld lijn na lijn wordt opgebouwd zal ook de luminantie-informatie lijn per lijn worden uitgezonden. Per seconde worden er dus 25.625 luminantiesignalen uitgezonden, waarvan het amplitudeverloop de beeldintensiteit over één lijn vast legt.
In figuur 5/3.1.2-3 is getekend hoe een dergelijk luminantie-signaal ontstaat. Bij het aftasten van een lijn in de camerabuis worden de intensiteitsverschillen van het gemeten licht vertaald naar amplitudeverschillen in het opgewekte signaal. Het luminantie-signaal is dus typisch een in amplitude gemoduleerd signaal en zou min of meer vergeleken kunnen worden met het uitgangssignaal van de microfoon bij radio-uitzendingen.

De verschillende luminantie-pulsen, die iedereen de lichtverdeling over één lijn bevatten, worden van elkaar gescheiden door een afsluitpuls, de zogenaamde lijnsync-puls.
Deze wordt in een van de volgende paragrafen behandeld.

Het chroma-signaal

Met dit signaal worden de kleurtinten en -verzadiging van ieder punt van het beeld vast gelegd. Ook dit signaal wordt per lijn uitgezonden, maar bevat de noodzakelijke informatie op een gecodeerde manier. Deze codering is noodzakelijk vanwege de beperkte bandbreedte die ter beschikking staat.
Deze vrij ingewikkelde codering wordt beschreven in hoofdstuk 5/3.1.12.



Figuur 5/3.1.2-3: De omzetting van lichtintensiteiten in één lijn van het luminantie-signaal.

Op dit moment is het voldoende om te weten dat ook dit signaal in wezen een in amplitude gemoduleerd signaal is. Dit wordt op een heel ingenieuze manier verweven met het luminantie-signaal. Op deze methodiek wordt in dit hoofdstuk nog uitvoerig terug gekomen!

De kleuren-burst

Dit signaal vervult in feite dezelfde rol als de piloottoon bij stereo-FM ontvangst. Zoals later zal blijken wordt de draaggolf van het chroma-signaal onderdrukt. Om deze draaggolf in de ontvanger te kunnen herwinnen is het noodzakelijk een referentiesignaal met een frequentie gelijk aan deze van de draaggolf uit te zenden. Dit wordt gerealiseerd door na iedere lijn enige perioden met deze frequentie uit te zenden. In de ontvanger zijn schakelingen aanwe-

zig die deze paar perioden gebruiken als referentie om de frequentie van een eigen oscillator precies gelijk te maken aan de frequentie van de burst.

De lijnsync-puls
Na ieder luminantie-signaal wordt een zeer smalle en duidelijk te onderscheiden lijnsync-puls uitgezonden.
Deze puls wordt in de ontvanger gebruikt voor het synchroniseren van de oscillator die het signaal met een frequentie van 15.625 Hz genereert voor de lijnafbuiging.

De beeldsync-puls
Na iedere 312,5 lijnsignalen wordt een veel bredere beeldsync-puls uitgezonden. Door de breedte van deze puls is deze duidelijk te onderscheiden van de veel smallere lijnsync-pulsen. Deze wordt gebruikt voor het triggeren van de afbuiggenerator, die de spotafbuiging in vertikale zin regelt. In de praktijk bestaat dit signaal niet uit één brede puls, maar uit niet minder dan 15 smalle pulsen die een bepaalde tijdsrelatie hebben. Over de exacte samenstelling van deze beeldsync-puls wordt teruggekomen in hoofdstuk 5/3.1.3.

Het audio-signaal
Uiteraard moet het totale signaal ook nog geluidsinformatie bevatten. De meeste zenders zenden nog steeds een monosignaal uit, maar er bestaan ook zenders die stereo of zogenaamde tweekanaals geluid uitstralen.

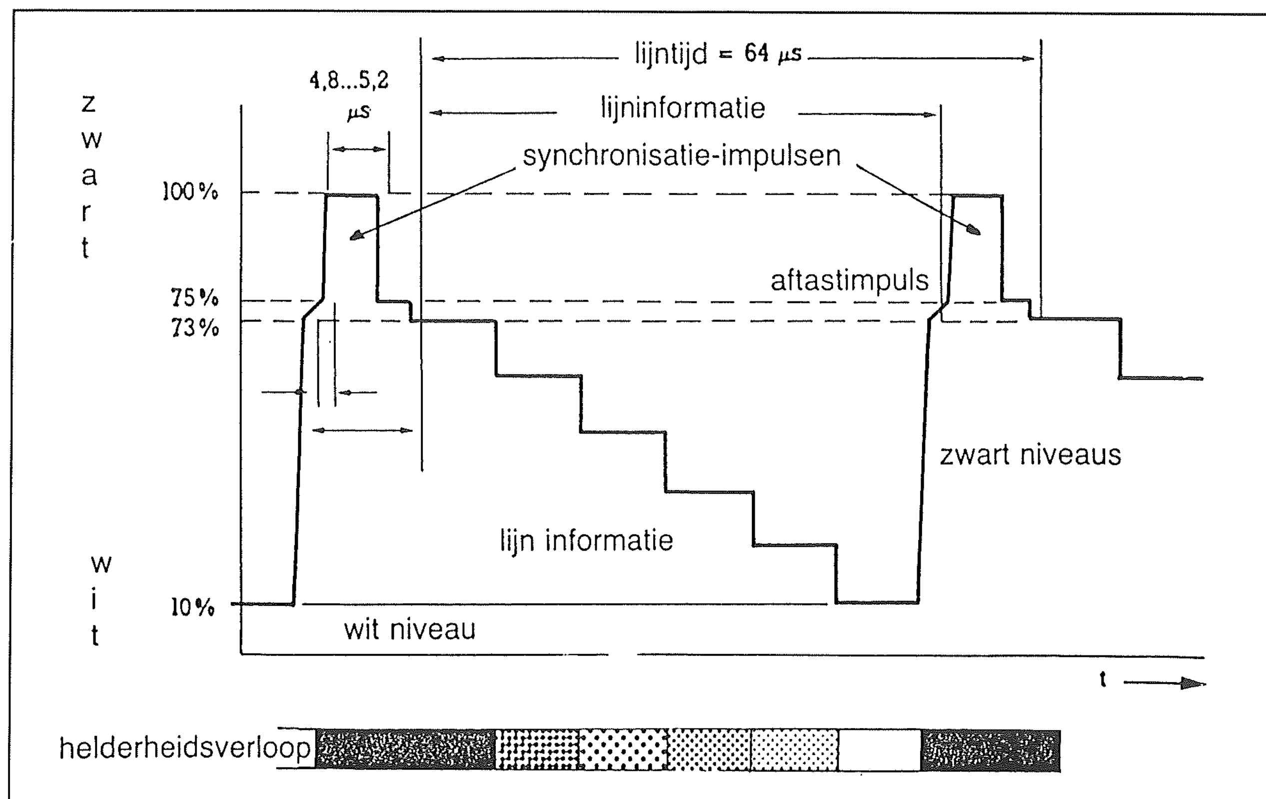
Combineren maar!
Het luminantie-signaal, de twee syncpulsen en de burst worden gecombineerd tot één signaal dat men de lijnpuls noemt. Het chroma-signaal wordt afzonderlijk gemoduleerd in de beschikbare bandbreedte van het luminantie-signaal. Het audiosignaal staat volledig los van de beeldinformatie. In totaal bevat een TV-signaal dus twee afzonderlijk gemoduleerde signalen, die echter in de beschikbare bandbreedte van een zender worden ondergebracht.

Samenstelling van één lijnpuls

Inleiding
De samenstelling van één lijnpuls is getekend in figuur 5/3.1.2-4.

Het luminantie-signaal beslaat het grootste gedeelte van de lijnpuls en verloopt omgekeerd evenredig met de luminantie van het uit te zenden beeld. Dat wil zeggen dat een maximale luminantie, dus een wit punt in het beeld, overeen komt met een minimale amplitude van het luminantiesignaal. Dit zogenaamde "wit-niveau" is gelijk aan 10 % van de maximale amplitude van de lijnpuls. Een volledig zwarte beeldpunt wordt vertaald naar een spanning van 70 % van de totale amplitude van de lijnpuls. Dit niveau noemt men het "zwart-niveau".
Alles wat boven 70 % van de maximale amplitude ligt is gereserveerd voor de lijnsync-, beeldsync- en burst-pulsen. Deze pulsen gaan van 75 tot 100 % van de totale amplitude van het signaal en zijn gemonteerd op een voor- en achterdrempel die op een niveau van 75 % van de maximale amplitude staan.
In de figuur zijn twee smalle synchronisatie-pulsen ingetekend, die de lijnsyncpulsen voorstellen.

3.1 Functie en werking van televisie volgens het PAL-systeem



Figuur 5/3.1.2-4: De samenstelling van één lijnpuls.

De bandbreedte van de lijnpuls

Zoals reeds gezegd bepaalt de bandbreedte van het luminantie-signaal de horizontale resolutie van het weergegeven beeld. Hoe hoger deze bandbreedte, hoe meer punten er op één lijn met een verschillende intensiteit gestuurd kunnen worden. Toch kan men de bandbreedte uiteraard niet onbeperkt opvoeren. Hoe groter de bandbreedte van het modulatiesignaal, hoe breder het frequentiespectrum van het gemoduleerde signaal en hoe minder zenders men in een bepaalde frequentieband kan onderbrengen! Er moet dus gestreefd worden naar een compromis tussen zo klein mogelijke bandbreedte en een zo groot mogelijke resolutie. Men gaat uit van een identieke horizontale en vertikale resolutie.

Dit is in figuur 5/3.1.2-5 voorgesteld.

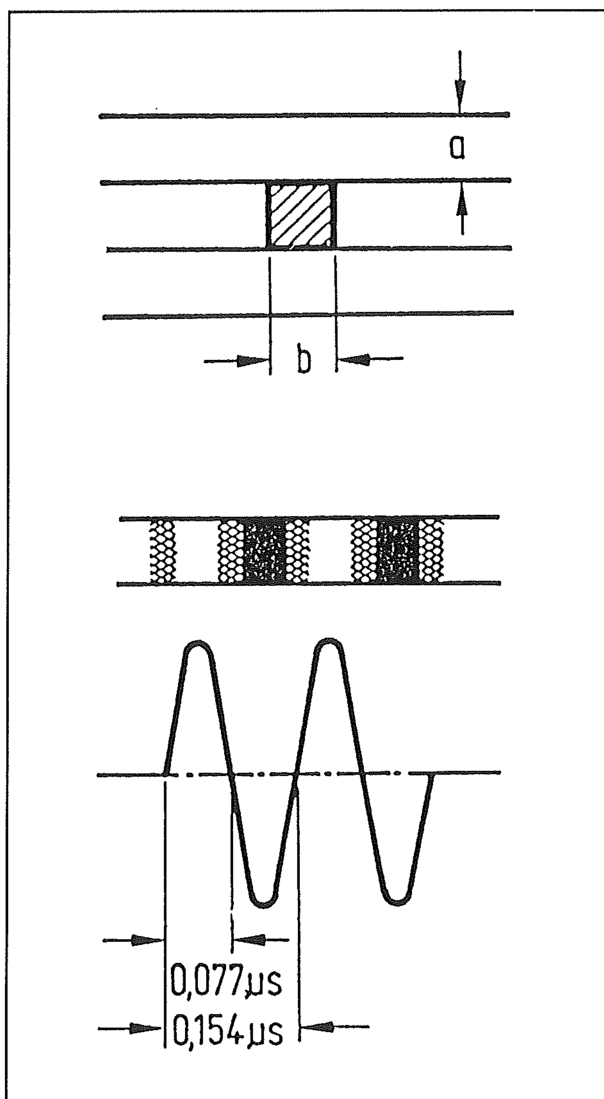
In deze tekening is a de afstand tussen twee opeenvolgende lijnen, dus de vertikale resolutie. Met b wordt de horizontale resolutie voorgesteld, die gelijk moet zijn aan a. De breedte b is dus één beeldpunt op de lijn, waarvan men de intensiteit moet kunnen bepalen zonder dat deze invloed heeft op nabijgelegen punten.

De lengte tot hoogte verhouding van een TV-scherm is gelijk aan 4 tot 3. Als de vertikale resolutie gelijk is aan 625 kan men dus de noodzakelijke horizontale resolutie berekenen als 830. Per lijn moeten er dus 830 puntjes individueel aangestuurd kunnen worden.

Een lijn neemt 64 µs in beslag. Men kan dan berekenen dat de tijdsduur van een zo'n punt gelijk is aan 0,077 µs.

De hoogst noodzakelijke videofrequentie ontstaat als witte en zwarte beeldpunten

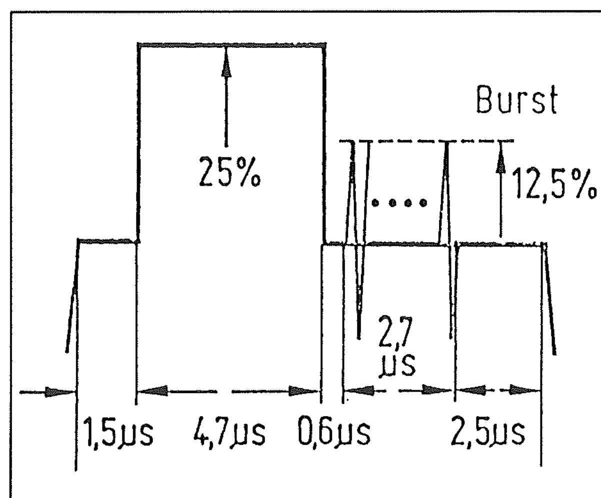
elkaar afwisselen. De periode van het signaal is dan gelijk aan, zie figuur 5/3.1.2-5, 2 x 0,077 µs.
Dit komt overeen met een maximale frequentie van 6,5 MHz.
Omdat deze extreme situatie zich maar zelden zal voordoen beperkt men de bandbreedte van het videosignaal in de praktijk tot 5,5 MHz.



Figuur 5/3.1.2-5: Het berekenen van de noodzakelijke bandbreedte met als uitgangspunt identieke horizontale en vertikale resoluties.

De burst-puls

De burst-puls, die in de ontvanger wordt gebruikt voor het heropwekken van de draaggolf waarop het chroma-signaal gemoduleerd is, bestaat uit 8 perioden van de originele draaggolf van het chromasignaal. Deze worden aangebracht op de achterdrempel van de lijnsync-puls, zie figuur 5/3.1.2-6.



Figuur 5/3.1.2-6: De burst-puls bestaat uit acht perioden van de draaggolf van het chroma-signaal en deze worden op de achterdrempel van iedere lijnsync-puls aangebracht.

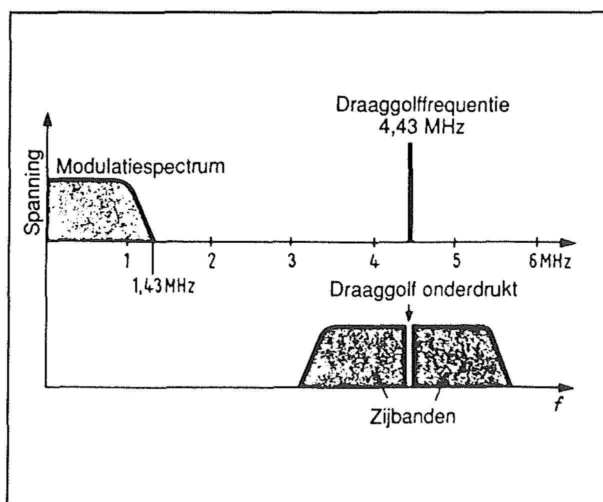
Uit deze figuur kan men alle amplitude- en tijd-definities van deze puls aflezen.
De burst wordt niet uitgezonden tijdens de beeldsync-pulsen.

De modulatie van het chroma-signaal

Bij de overgang van zwart/wit- naar kleuren-TV stond men voor de bijna onmogelijke opgave om de bestaande zwart/wit lijnpulsen extra informatie mee te geven, waarmee in de ontvanger de kleureninformatie voor ieder beeldpunt kon worden afgeleid. Het nieuwe kleurensysteem

moest immers volledig compatibel zijn met het bestaande zwart/wit systeem, met als logisch gevolg dat aan de structuur van de lijnpulsen niets veranderd kon worden. Dank zij een zeer ingenieus coderingssysteem is men toch in deze opdracht geslaagd.

Hoe dat nu precies in zijn werk gaat wordt verklaard in hoofdstuk 5/3.1.12.
Op dit moment volstaat het om te weten dat de twee signalen, die men daarvoor nodig heeft, volgens een speciaal quadratuurproces smalbandig worden gemoduleerd op een draaggolf met een frequentie van precies 4,433.618.75 MHz.
De samenstelling van het chroma-signaal is getekend in figuur 5/3.1.2-7.



Figuur 5/3.1.2-7: De samenstelling van het chroma-signaal.

Eerst wordt de bandbreedte van het signaal begrensd tot ongeveer 1,3 MHz. Nadien wordt dit signaal in een ringmodulator gemoduleerd op een draaggolf met een frequentie van 4,43 MHz. Een van de fundamentele eigenschappen van een ringmodulator is dat de draaggolf zélf niet op de uitgang verschijnt. Wat dus overblijft zijn de twee zijbanden.

Het onderdrukken van de draaggolf is noodzakelijk omdat de frequentie van dit signaal binnen de bandbreedte van het luminantie-signaal ligt. Het uitzenden van dit signaal met een constante frequentie zou interferentie kunnen veroorzaken met bepaalde frequentiecomponenten van het luminantie-signaal, waardoor storende effecten in het weergegeven beeld zouden kunnen ontstaan.

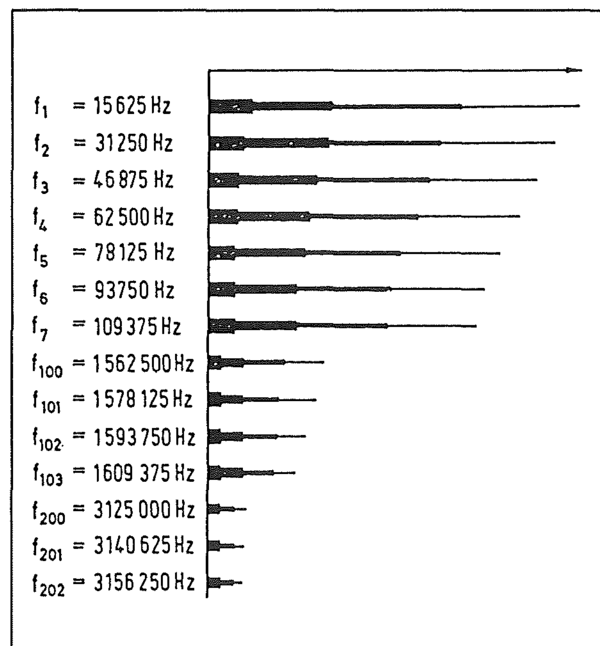
Twee gemengde signalen die elkaar niet beïnvloeden!

Hoe dan ook, de frequentieband van het chroma-signaal ligt dus midden in de 5,5 MHz bandbreedte van het luminantie-signaal! De vraag die beantwoord moet worden is hoe dat kan, zonder dat het chroma-signaal het luminantie-signaal beïnvloedt.

Antwoord op deze vraag wordt gegeven door de Fourier-analyse van de lijnpuls.
Zoals men weet kan men ieder periodiek signaal voorstellen door een reeks zuiver sinusvormige spanningen, waarvan de frequenties en de amplitudes volledig bepalend zijn voor de vorm van het periodieke signaal.
Deze sinusspanningen noemt men de harmonischen van het periodiek signaal.
Deze tamelijk zware wiskundige theorie werd uitgedacht door de Franse natuurkundige Fourier en gaat onder die naam door het leven.
Als men een frequentieschaal opstelt zal men vaststellen dat tussen de frequenties van de zuiver sinusvormige signalen grote gaten zitten. In die gaten zijn dus geen signaalcomponenten van het periodieke signaal aanwezig.

Het luminantiesignaal is ook een periodiek signaal, dat pakketgewijs wordt verzonden door de opeenvolgende lijnpulsen. De bandbreedte van het luminantiesignaal mag dan wel 5 MHz bedragen, maar de opeenvolgende lijnen hebben een frequentie van slechts 15.625 Hz. De harmonischen van het signaal liggen bijgevolg 15.625 Hz uit elkaar! De spectrale analyse van een lijnpuls, weergegeven in figuur 5/3.1.2-8, bestaat uit zeer smalle frequentiebanden rond de harmonischen van de frequentie van de lijnpuls. Bovendien neemt de amplitude van deze spectrale banden snel af. Er zijn in dit frequentiespectrum een heleboel frequentiebanden die nooit in de lijnpuls voorkomen, de reeds genoemde gaten op de frequentie-as.

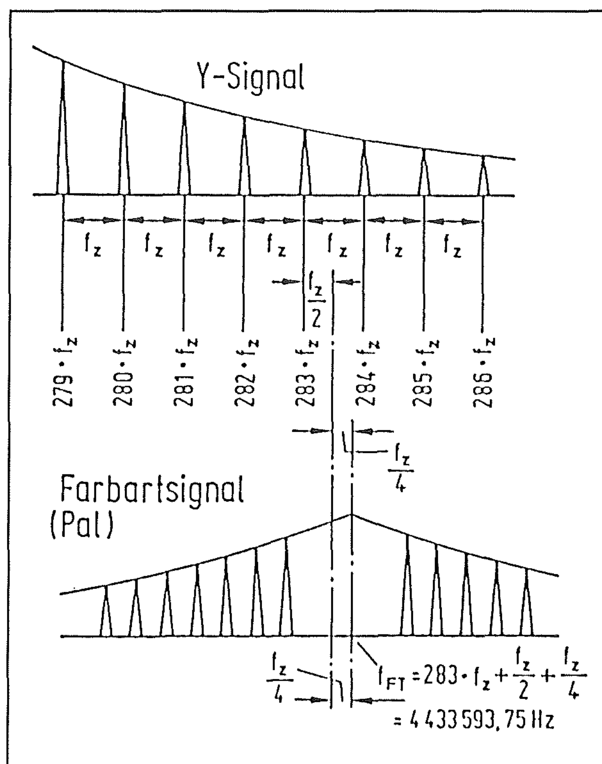
Het is dus in principe mogelijk deze gaten te vullen met de spectrale frequentiebanden van een ander signaal. En dat is nu precies wat er gebeurt door het chromasignaal te moduleren op een draaggolf van 4,433.618.75 MHz!
De Fourier-analyse van dit signaal geeft smalle spectrale banden, die precies in de gaten vallen van de Fourier-analyse van de lijnpuls (figuur 5/3.1.2-9).
Hoe vreemd het ook mag lijken, dank zij dit verschijnsel beïnvloeden de beide signalen elkaar in het geheel niet, hoewel zij, wat amplitude-gedrag betreft, door elkaar in de lijnpuls aanwezig zijn! Een en ander is een gevolg van de traagheid van het menselijke oog. Het oog is namelijk te traag om verschijnselen die zich binnen 1/25 s afspelen van elkaar te onderscheiden. De momentele amplitude van het luminantie-signaal zal door de momentele amplitude van het chroma-signaal gemoduleerd worden. Bij het herhaald schrijven van een identieke lijn zal de intensiteit van de beeldpunten volgens een met ruis te vergelijken effect gemoduleerd worden door het chroma-signaal. Maar dit statistisch effect wordt door de traagheid van het oog gemiddeld, zodat het chroma-signaal de intensiteitsweergave op een zwart-wit ontvanger niet stoort. Bovendien worden er aan de amplitude van het chroma-signaal zeer strikte eisen gesteld, waardoor de beïnvloeding van het luminantie-signaal geminimaliseerd wordt.



Figuur 5/3.1.2-8: De Fourier-analyse van een lijnpuls vertoont grote gaten in de frequentiesamenstelling.

Natuurlijk blijft de vraag hoe men er in slaagt een frequentie van rond de 4,5 MHz te genereren met een nauwkeurigheid van +/-0,01 Hz. Dat kan niet, maar dat is ook niet noodzakelijk. Wat wel belangrijk is, is de onderlinge verhouding tussen de frequentie van de chroma-draaggolf en de frequentie van de lijnpulsen. En deze verhouding is zeer precies constant te houden door beide signalen uit een referen-

tie-frequentie te betrekken door middel van frequentie-synthese.



Figuur 5/3.1.2-9: Door de chroma te moduleren op een draaggolf met een frequentie die precies gelijk is aan 4,433.593.75 MHz vallen de spectrale banden van dit signaal precies in de gaten van de spectrale banden van de lijnpuls.

Het geluidssignaal

Inleiding

Het geluid bij mono-zenders wordt in frequentie gemoduleerd op een afzonderlijke draaggolf. Dit signaal staat dus helemaal los van het beeldsignaal! De bandbreedte van het geluid wordt beperkt tot 12 kHz, de maximale modulatiediepte van de FM-modulatie bedraagt +/-50 kHz. Tegenwoordig zenden vele zenders echter stereo- of tweekanaalsgeluid uit. Bij het tweede systeem kan één kanaal gebruikt worden voor het originele geluid van bijvoorbeeld een film en het tweede kanaal voor een nasynchronisatie in een andere taal.

Drie systemen

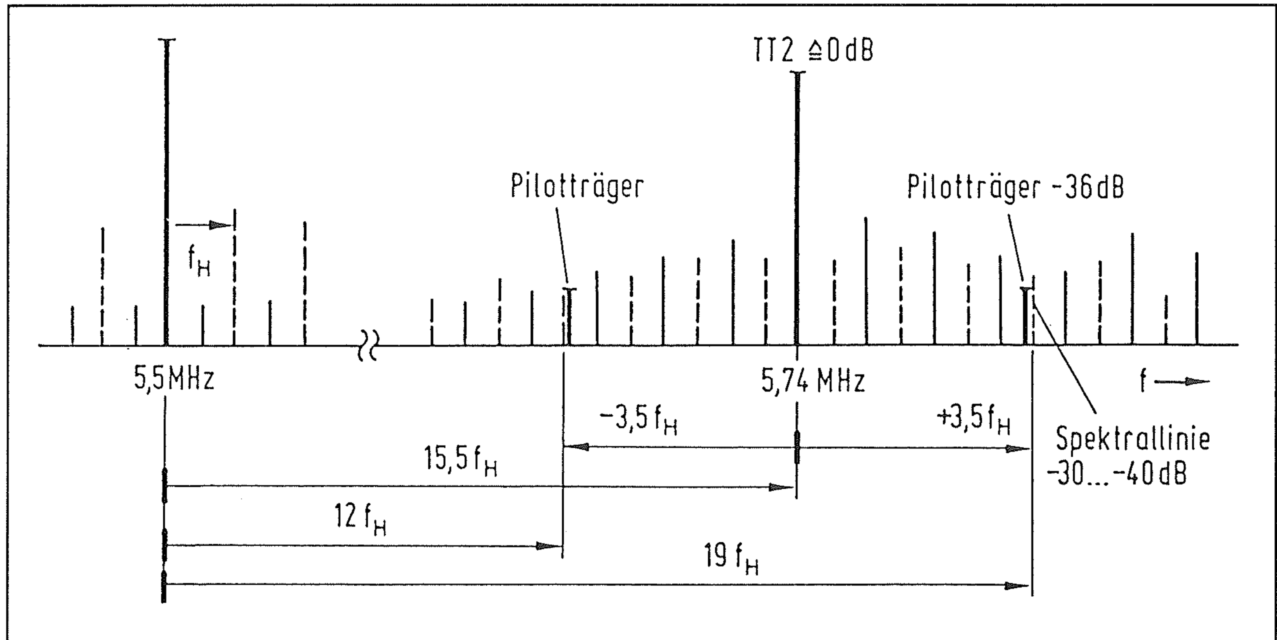
Er zijn nu dus drie geluidssystemen in gebruik:

- Mono
  Hierbij moet het geluidssignaal naar beide eindversterkers en beide luidsprekers gestuurd worden.
- Stereo
  Hiervoor geldt hetzelfde, maar uiteraard moet het gemoduleerde signaal op een andere manier gedemoduleerd worden.
- Tweekanaals
  Bij dit systeem moet maar één van de geluidskanalen aangeboden worden aan de eindversterker en de luidsprekers. Bovendien moet er in de ontvanger een mogelijkheid zijn om te selecteren welk kanaal men wil horen.

Principe van stereo

In principe wordt hiervoor een identiek systeem gebruikt als bij stereo-FM zenders. Zoals later zal blijken is het standaard audio-signaal gemoduleerd op een draaggolf waarvan de frequentie 5,5 MHz hoger ligt dan deze van het beeldsignaal. Bij stereo en tweekanaals zenders wordt nu een tweede audio-draaggolf ingeschakeld waarvan de frequentie 242 kHz hoger ligt dan deze van de originele carrier. De frequentie van deze tweede draaggolf ligt dus 5,742 MHz boven de draaggolf van het beeld.
Bij monozenders worden beide draaggolven gemoduleerd met het monosignaal.

3.1 Functie en werking van televisie volgens het PAL-systeem



Figuur 5/3.1.2-10: De frequentiesamenstelling van het volledige geluidssignaal.

Bij stereozenders wordt de onderste draaggolf gemoduleerd met het somsignaal (L + R) en de bovenste met het signaal (2 x R). Door een matrixschakeling toe te passen kan men in de ontvanger de signalen R en L uit deze twee signalen herwinnen. Bij tweekanaalszenders worden de twee geluidsdraaggolven respectievelijk gemoduleerd met de signalen A en B.

Bovendien wordt een piloottoon met een frequentie van 2,5 kHz uitgezonden, die gemoduleerd wordt op een draaggolf van 54,6875 kHz. Dit signaal wordt dan weer frequentie gemoduleerd op de hoogste geluidsdraaggolf! De frequentie van deze piloottoon hulpdrager is niet voor niets gelijk aan de gegeven waarde. Deze frequentie is namelijk gelijk aan 3,5 maal de lijnfrequentie van het beeld. Op deze manier kan deze hulpdrager in de ontvanger herwonnen worden.

Het systeem zendt een code uit, die op deze piloottoon in AM is gemoduleerd. Aan de hand van deze code kunnen de schakelingen in de ontvanger besluiten of een mono, stereo of tweekanaals geluidssignaal door de zender wordt uitgezonden.

Bij monozenders is de piloottoon niet gemoduleerd. Bij stereozenders wordt de piloottoon gemoduleerd met een frequentie van 117,5 Hz. Bij tweekanaalszenders wordt de piloottoon gemoduleerd met een frequentie van 274,1 Hz. In beide gevallen wordt gewerkt met een modulatiediepte van 50 %.

Ook deze frequenties zijn niet toevallig gekozen, maar respectievelijk gelijk aan 1/133 en 1/57 van de lijnfrequentie van 15.625 Hz.

In figuur 5/3.1.2-10 wordt het totale frequentiespectrum van het geluidssignaal weergegeven. Uit deze figuur blijkt duidelijk dat ook hier de onderlinge frequenties zo zijn gekozen, dat geen harmonischen samenvallen. Op deze manier beïnvloeden beide geluidssignalen elkaar in het geheel niet.

De hoogfrequent modulatie

Inleiding

In de studio worden twee (of drie) laagfrequent signalen voorbereid die alle signalen bevatten om zowel beeld als geluid in de ontvanger te kunnen decoderen:

- de lijnpuls met alle beeld-attributen;
- het monofoon signaal;
- het extra geluidssignaal voor stereo- of tweekanaals uitzendingen.

Wil men deze signalen via een antenne versturen, dan moet men deze moduleren op een of meerdere hoogfrequente draaggolven.

De draaggolven bij mono geluid

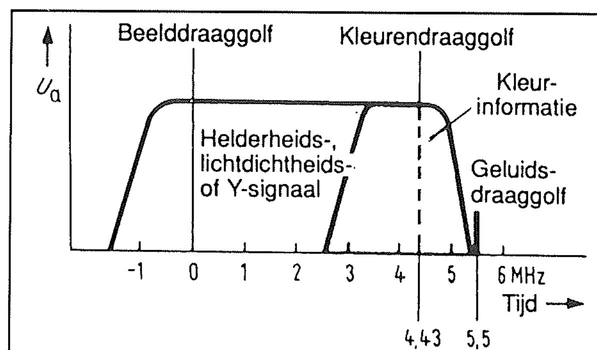
Bij de bespreking van de HF-modulatie wordt in eerste instantie de basis techniek met monofoon geluid behandeld.

Enerzijds is er het audiosignaal met een bandbreedte tot 12 kHz, anderzijds het gecombineerde videosignaal met een bandbreedte van 5,5 MHz, dat bestaat uit de lijnpulsen met luminantie-signaal, lijnen beeldsync-pulsen, burst-pulsen en het erin vervlochten chroma-signaal.

Deze twee signalen moeten nu hoogfrequent gemoduleerd worden. Het is niet mogelijk daarvoor één draaggolf te gebruiken.

Er worden er twee gebruikt, waarbij het geluid op een draaggolf wordt gemoduleerd waarvan de frequentie 5,5 MHz hoger ligt dan deze van de beelddraaggolf.

Het gecombineerde videosignaal wordt in amplitude gemoduleerd. Om bandbreedte uit te sparen wordt slechts één zijband uitgezonden en wel die rechts van de draaggolffrequentie ligt. Het is namelijk nergens voor nodig om de twee zijbanden te ontvangen! Ook met de informatie die één zijband levert kan men de gemoduleerde informatie in de ontvanger herwinnen. Het audiosignaal wordt in frequentie gemoduleerd met een modulatiediepte van 50 kHz bij 100 % modulatie. Zoals uit figuur 5/3.1.2-11 blijkt, bedraagt de totale bandbreedte van het gemoduleerde signaal minder dan 6 MHz. De geluidsdraaggolf ligt 250 kHz lager dan de bovenste grens van de bandbreedte van het signaal. De beelddraaggolf ligt 1,25 MHz boven de onderste grens van de bandbreedte.



Figuur 5/3.1.2-11: De samenstelling van het gemoduleerde signaal bij monofoon geluid.

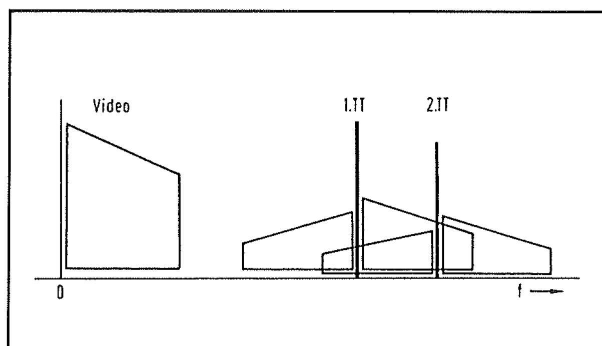
De draaggolven bij stereo geluid

Bij stereo-zenders gaat men op de beschreven manier te werk, maar moet nog eens een derde draaggolf uitgezonden worden, die de geluidsinformatie voor het tweede kanaal bevat.

De volledige samenstelling van het in de ruimte geslingerde signaal is getekend in figuur 5/3.1.2-12.

De zijbanden van de twee geluidsdraaggolven zitten door elkaar verweven. Maar, zoals reeds gezegd, door een verstandige keuze van de frequenties liggen de harmonischen niet op elkaar maar naast elkaar, zodat de signalen elkaar niet storen.

3.1 Functie en werking van televisie volgens het PAL-systeem



Figuur 5/3.1.2-12: Het volledige spectrum dat wordt uitgezonden door een stereo TV-zender.

Bereik	Kanaal	Beeld	Geluid
VHF I 41...68 MHz	2 3 4	48,25 55,25 62,25	53,75 60,75 67,75
VHF III 174...223 MHz	5 6 7 8 10 11 9 12	175,25 182,25 189,25 196,25 210,25 217,25 203,25 224,25	180,75 187,75 194,75 201,75 215,75 222,75 208,75 229,75

Figuur 5/3.1.2-13: De beeld- en geluid-draaggolven van de banden I en III.

De frequentie-banden

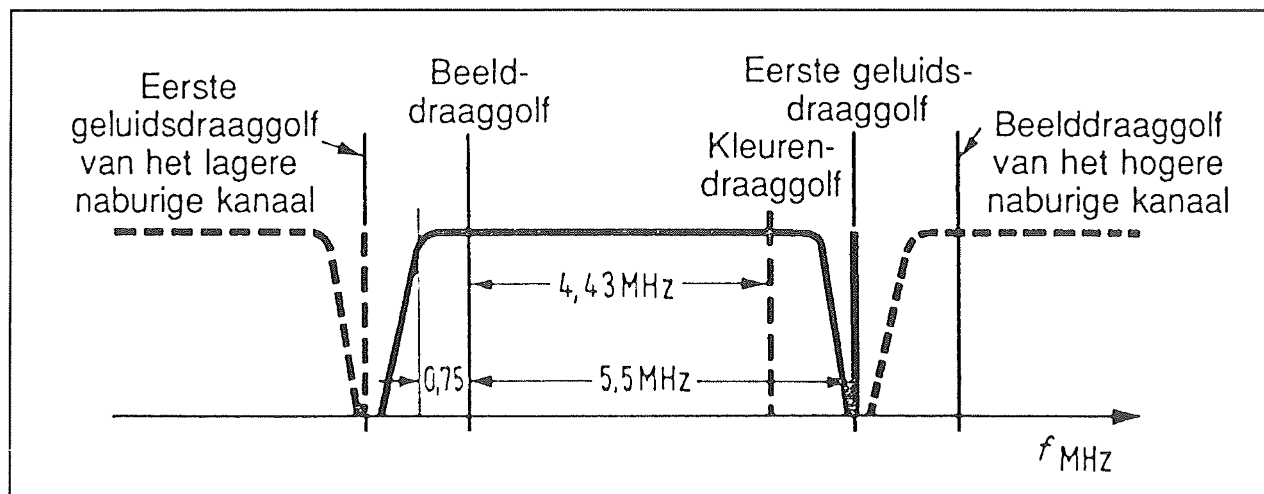
De draaggolffrequenties zijn uiteraard afhankelijk van de band en het kanaal waarin en waarop de zender uitstraalt. Zoals bekend worden er vijf banden gebruikt voor TV-programma's:

- Banden I en III:
  Dit zijn de zogenaamde VHF-banden en deze bestrijken een frequentiegebied van 41 tot 230 MHz. Midden in dit gebied ligt echter band II die gebruikt wordt voor geluid FM-zenders. In deze banden worden de kanalen 2 tot en met 12 uitgezonden.

Bereik	Kanaal	Beeld	Geluid
UHF IV 470...606 MHz	21	471,25	476,75
	22	479,25	484,75
	23	487,25	492,75
	24	495,25	500,75
	25	503,25	508,75
	26	511,25	516,75
	27	519,25	524,75
	28	527,25	532,75
	29	535,25	540,75
	30	543,25	548,75
	31	551,25	556,75
	32	559,50	564,75
	33	567,25	572,75
	34	575,25	580,75
	35	583,25	588,75
	36	Radar	
	37	599,25	604,75
UHF V 606...861 MHz	38	Radio-astronomie	
	39	615,25	620,75
	40	623,25	628,75
	41	631,25	636,75
	42	639,25	644,75
	43	655,25	660,75
	44	655,25	660,75
	45	663,25	668,75
	46	671,25	676,75
	47	679,25	684,75
	48	687,25	692,75
	49	695,25	700,75
	50	703,50	708,75
	51	711,25	716,75
	52	719,25	724,75
	53	727,25	732,75
	54	735,25	740,75
	55	743,25	748,75
	56	751,25	756,75
	57	759,25	764,75
	58	775,25	772,75
	59	775,25	780,75
	60	783,25	788,75
	61	791,25	796,75
	62	799,25	804,75
	63	807,25	812,75
	64	815,25	820,75
	65	823,25	828,75
	66	831,25	836,75
	67	839,25	844,75
	68	847,25	852,75
	69	855,25	860,75
	exte.	863,25	868,75
	exte.	871,25	876,75
	exte.	879,25	884,75
	exte.	887,25	892,75

Figuur 5/3.1.2-14: De draaggolffrequenties in de UHF-banden.

3.1 Functie en werking van televisie volgens het PAL-systeem



Figuur 5/3.1.2-15: Uit deze grafiek blijkt dat de kanalen wel minstens 7 MHz uit elkaar moeten liggen.

Een overzicht van de frequenties van de beeld- en de (mono)geluid-draaggolven is gegeven in de tabel van figuur 5/3.1.2-13.

- Banden IV en V:
  Dit zijn de zogenaamde UHF-banden met een frequentiebereik van 470 tot 900 MHz. In deze banden worden de kanalen 21 tot en met 69 uitgezonden. De tabel van figuur 5/3.1.2-14 geeft een overzicht van de frequenties van de beeld- en (mono)geluid-draaggolven van deze banden.

Uit deze tabellen blijkt dat in de VHF-band de zenders 7 MHz uit elkaar liggen, terwijl deze waarde in de UHF-band 8 MHz bedraagt.
Deze gegevens zijn uiteraard niet willekeurig gekozen! Zoals uit de grafiek van figuur 5/3.1.2-15 blijkt, is 7 MHz de minimale waarde. Dan sluiten de frequentiespectra van naburige kanalen mooi op elkaar aan. De beschikbare frequentieband wordt dan maximaal benut.

Bij de UHF-banden heeft men de kanaalafstand tot 8 MHz opgevoerd om tegemoet te komen aan internationale eisen van landen die volgens een andere dan de PAL-norm uitzenden.

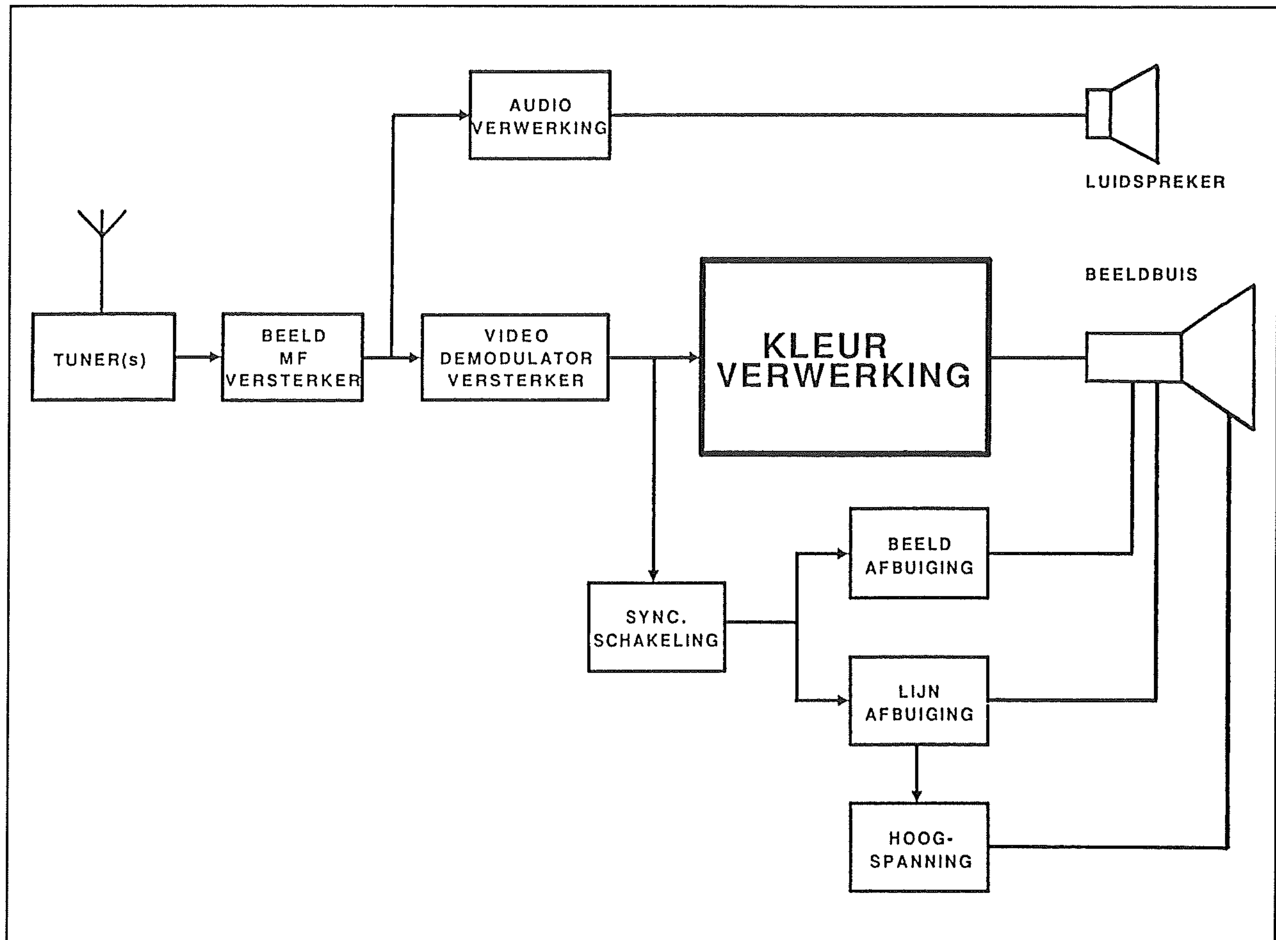
Blokschema van een kleuren-TV

Inleiding
Aan de hand van de tot nu toe besproken principes kan men in grote lijnen het blokschema van een kleuren-TV opstellen. Dit is getekend in figuur 5/3.1.2-16.

De verschillende blokken
De ingetekende blokken hebben de volgende functies.
- De tuner(s)

De tuner heeft tot taak het antennesignaal te versterken en te mengen met het signaal van een lokale oscillator.
Aan de uitgang verschijnt een middenfrequent signaal met een constante frequentie.
Vaak worden twee tuners toegepast, omdat de frequentiebanden van UHF en VHF te ver uit elkaar liggen om door dezelfde schakeling verwerkt te worden.

3.1 Functie en werking van televisie volgens het PAL-systeem



Figuur 5/3.1.2-16: Het rudimentaire blokschema van een kleuren-TV.

- De beeld MF-versterker
  Deze heeft tot taak het MF-signaal te versterken en er een automatische AVC op toe te passen.
  De samenstelling van dit blok heeft zich in de loop der jaren sterk uitgebreid. Een gevolg van het invoeren van kleuren-TV en nadien stereo- of tweekanaalsgeluid.
- De video demodulator en versterker
  Deze schakeling heeft tot taak het in amplitude gemoduleerde videosignaal te demoduleren en het te versterken. Aan de uitgang van deze trap staan de reeds bekende lijnpulsen ter beschikking.
- De audioverwerking
  Deze trap bevat de audiorecuperatie uit het middenfrequent signaal, de audiodetectie en de laagfrequent versterker of versterkers. Het zal duidelijk zijn dat ook aan deze trap met het invoeren van stereo- en tweekanaalsgeluid steeds hogere eisen gesteld worden.
- De kleurverwerking
  Taak van dit blok is uit de uitgangsspanning van de videoversterker de luminantie- en chroma-signalen af te leiden en uit deze twee signalen weer de drie kleursignalen rood, groen en blauw waarmee de drie elektronenstralen van de beeldbuis worden gemoduleerd.

3.1 Functie en werking van televisie volgens het PAL-systeem

Dit is zonder meer het meest ingewikkelde gedeelte van een kleuren-TV.

- De synchronisatie schakeling
  Deze trap leidt uit het uitgangssignaal van de videoversterker de twee synchronisatiepulsen af voor de horizontale en vertikale afbuiging van de ontvanger. De samenstelling en werking van deze trap is in de loop der jaren niet veranderd.
- De beeldafbuiging
  Deze trap bevat de oscillator voor het besturen van de afbuigspoel die de elektronenstralen in vertikale zin over het scherm stuurt. Naast de eigenlijke oscillator bevat deze trap de synchronisatie voor de oscillator en de eindtrap die het signaal omzet in een stroom voor de afbuigspoel. De schakelingen in deze trap zijn niet beïnvloed door allerlei nadien ingevoerde verbeteringen, zoals kleurenontvangst en stereogeluid.
- De lijnafbuiging
  Deze trap bevat de oscillator voor de horizontale afbuiging, de synchronisatie voor deze oscillator en de spanning naar stroom omzetter die de stuurstroom voor de horizontale afbuigspoel opwekt.
  Ook deze trap is in de loop der jaren stabiel gebleven.
- De hoogspanning
  Deze trap kan in feite niet losgekoppeld worden van de lijnafbuiging. De bedoeling is dat deze trap de ongeveer 25 kV hoge naversnellingsspanning voor de beeldbuis genereert, plus nog enige andere voedingsspanningen voor het instellen van de beeldbuis. Ook deze trap is wezenlijk niet veranderd in de loop der jaren.
- De beeldbuis
  Dit blok bevat in feite niets anders dan de beeldbuis, maar daarover valt toch nog genoeg te melden. Want bepaalde onnauwkeurigheden van de beeldbuis beïnvloeden bijvoorbeeld de manier waarop de twee afbuigschakelingen moeten werken!

5/3.1.3

De synchronisatie schakelingen

Inleiding

De noodzaak van synchronisatie

In een TV-ontvanger zijn twee vrijlopende zaagtandoscillatoren ingebouwd, die tot taak hebben de signalen op te wekken die de drie elektronenspots van links naar rechts en van boven naar onder over het beeldscherm sturen. Dit proces moet echter synchroon verlopen met hetzelfde proces in de camera die het beeld opneemt. Is dat niet het geval, dan ontstaan de bekende "lopende beelden" die van de eerste en tweede generaties TV-ontvangers bekend zijn. Vandaar dat het noodzakelijk is deze vrijlopende oscillatoren te synchroniseren met deze in de opnamecamera.

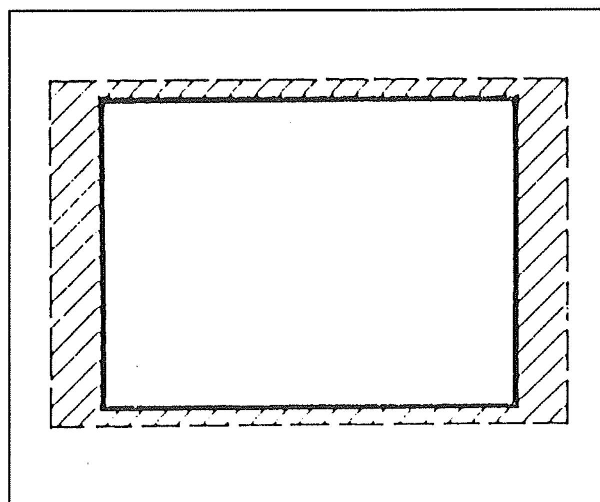
Om deze synchronisatie in de ontvanger te kunnen realiseren zijn er synchronisatiepulsen nodig, die samen met het videosignaal worden uitgezonden. Deze sync-pulsen worden, samen met het videosignaal, gedemoduleerd in de videodemodulator en versterkt in de videoversterker. Nadien gaat dit signaal naar de zogenaamde sync-scheider, waar de sync-pulsen uit het videosignaal worden bevrijd.

Positie van de sync-pulsen in het videosignaal

Zoals reeds beschreven in hoofdstuk 5/3.1.2, zijn de sync-pulsen in het videosignaal verwerkt. Daar is voldoende plaats voor omdat er na het schrijven van een lijn "dode" tijd wordt ingelast voor het terug sturen van de elektronenspot naar de linker rand van de beeldbuis.

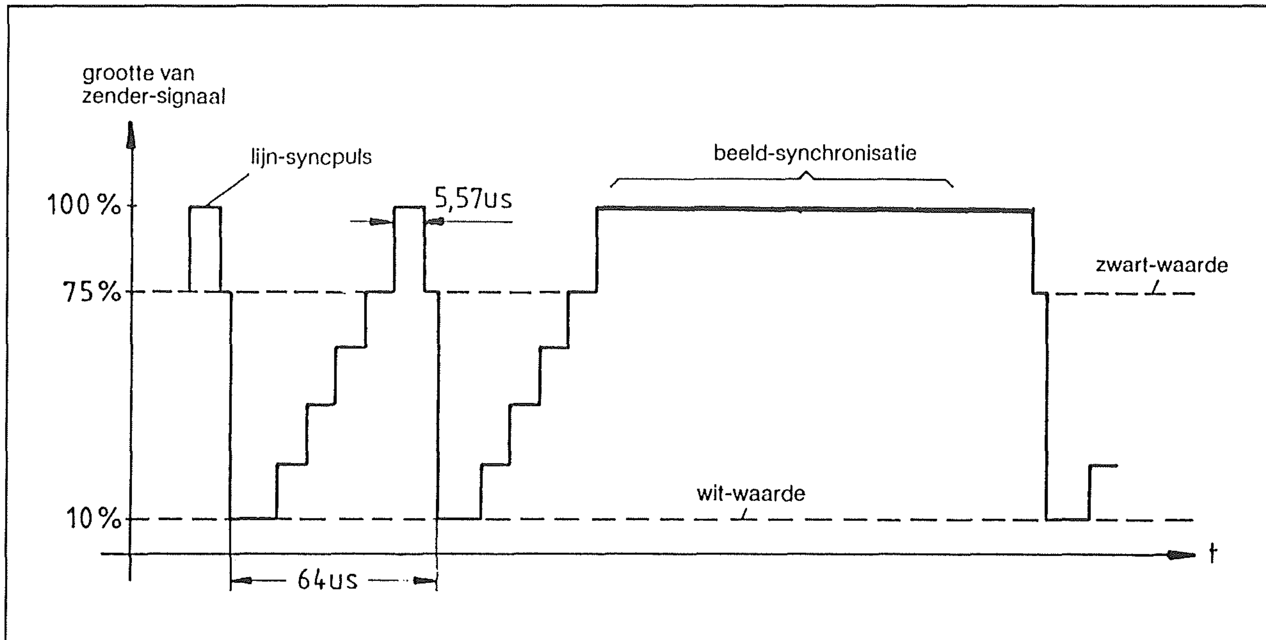
Ook na het schrijven van een half beeld wordt "dode" tijd ingelast die de spot de gelegenheid biedt terug te springen van de onderste naar de bovenste beeldrand. Die dode tijden zijn aanzienlijk.

Van de 625 lijnen worden er slechts 585 gebruikt voor zichtbare informatie op het beeld en van de 64 μs van één lijn wordt maar 52 μs gebruikt voor nuttige beeldinformatie.



Figuur 5/3.1.3-1: Gearceerd is weergegeven welk deel van de beschikbare informatie verloren gaat door het uitzenden van de sync-pulsen.

3.11 Functie en werking van televisie volgens het PAL-systeem



Figuur 5/3.1.3-2: De plaats van de horizontale en vertikale synchronisatiepulsen in het lijnsignaal.

In figuur 5/3.1.3-1 is gearceerd aangegeven welk deel van de in principe beschikbare informatie wordt gebruikt voor de synchronisatie impulsen.
De sync-pulsen worden nu ingelast in deze "dode" zônes en wel op zo'n manier dat zij absoluut onzichtbaar zijn op het scherm.

De sync-pulsen bestaan uit smalle, positieve pulsjes, die op het videosignaal gesuperponeerd worden.
De amplitude van deze pulsen is zo groot dat zij volledig boven de zwartwaarde van de modulatie van de elektronenstraal uitstijgen. Deze zwartwaarde ligt op 70 % van de maximale modulatiewaarde van het videosignaal. De sync-pulsen gaan dus steeds boven deze 70 %, zodat deze de elektronenstraal gedurende de terugslag naar links of naar boven niet kunnen moduleren. Op deze heel eenvoudige manier is men er zeker van dat de straal gedurende de terugslag volledig donker wordt gestuurd.

Uit figuur 5/3.1.3-2 volgt ook dat de synchonisatiepuls voor het beeld veel breder is dan deze voor de lijn. Dank zij dit breedteverschil kan men in de ontvanger beide soorten sync-pulsen van elkaar scheiden, een taak die wordt uitgevoerd door de sync-scheider.

Samenstelling van de sync-pulsen

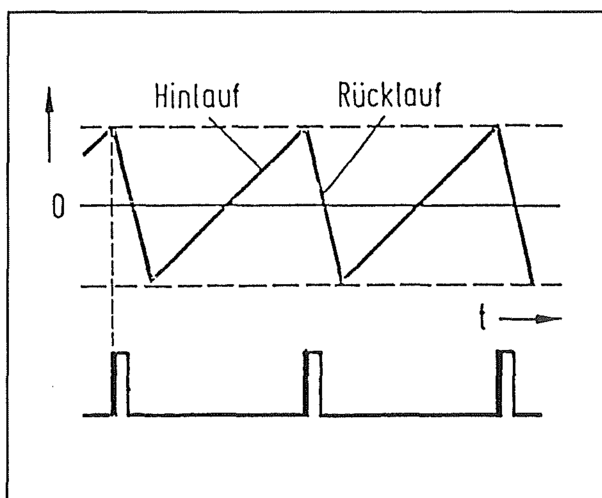
Inleiding
De voorstelling in figuur 5/3.1.3-2 is maar een groffe benadering van de exacte samenstelling en vorm van de synchronisatie-pulsen. Vooral de beeldsync-puls is tamelijk ingewikkeld van vorm. Dat is een gevolg van het feit dat ook gedurende het uitzenden van deze brede puls de oscillator van de lijnafbuiging gesynchroniseerd moet blijven. In de brede beeldsync puls moet dus op de een of andere manier ook

3.1 Functie en werking van televisie volgens het PAL-systeem

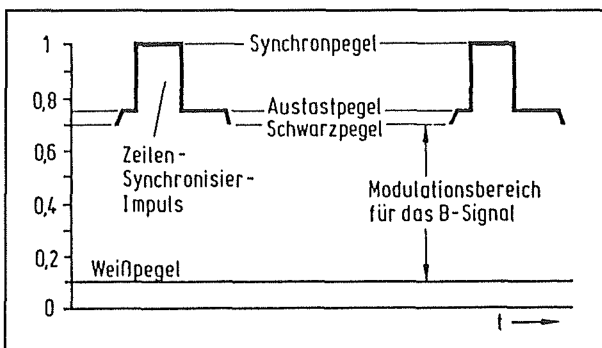
nog eens de informatie van de lijnsyncpuls verwerkt worden.

De lijnsync-puls

De lijnsync-pulsen triggeren met hun voorflank de zaagtandoscillator van de horizontale afbuiging. Het verband tussen deze sync-pulsen en de zaagtandspanning van deze oscillator is getekend in figuur 5/3.1.3-3.



Figuur 5/3.1.3-3: Het tijdsverband tussen de lijnsync-pulsen en de zaagtand die door de horizontale afbuiging wordt opgewekt.



Figuur 5/3.1.3-4: De gedetailleerde samenstelling van een lijnsync-puls.

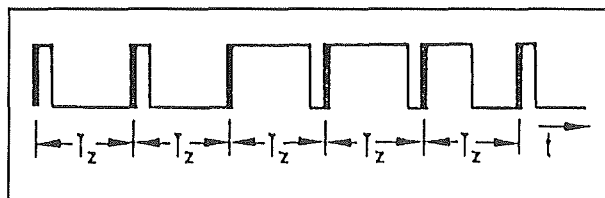
De breedte van een lijnsync-puls is gestandaardiseerd op 9 % van de lijntijd, dus op 9 % van 64 µs is gelijk aan 5,57 µs. Voor en na de puls wordt het videosignaal echter even geclampt op de zwart-waarde, zodat de totale breedte van de puls ongeveer 12 µs bedraagt.
De gedetailleerde samenstelling van een lijnsync-puls is getekend in figuur 5/3.1.3-4.

De beeldsync-puls

De beeldsync-puls heeft een totale breedte van 7,5 lijnperioden, dus 480 µs.
Maar ook deze puls wordt voorzien van een voor- en een achterplatform, waarbij het niveau op zwart wordt geclampt. De totale pulstijd bedraagt daardoor ongeveer 1,2 ms.
Dat betekent dat deze puls ongeveer 6 % van de tijd van een halfbeeld (20 ms) in beslag neemt.

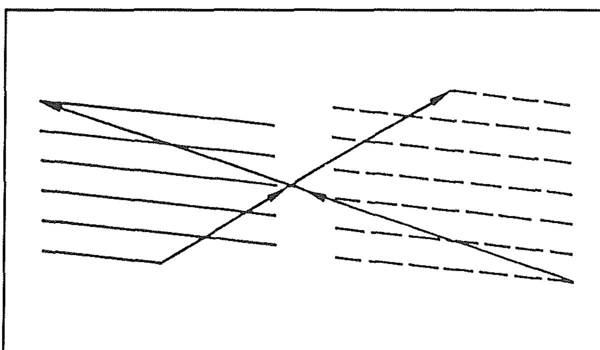
Er zijn een aantal oorzaken te noemen waarom de beeldsync puls niet één brede, volle puls kan zijn.
Op de eerste plaats zouden dan de lijnsync-pulsen even wegvallen. Dat zou als resultaat kunnen hebben dat de zaagtandgenerator die de lijnafbuiging verzorgt uit synchronisatie raakt. Bij moderne schakeling is deze kans minimaal, vergeet echter niet dat het TV-principe al decennia oud is en ontworpen werd toen de elektronica-techniek nog niet zo geëvolueerd was als op dit moment! Vandaar dat de bedenkers van het systeem het nodig hebben geacht ook gedurende de beeldsync-puls lijnsync-pulsen uit te zenden. Dat kan door, zoals geschetst in figuur 5/3.1.3-5, de brede beeldsync-puls te onderbreken door smalle pulsjes.
Deze stellen dan de toegevoegde lijnsyncpulsen voor. Omdat, zoals reeds bekend, de zaagtandoscillator van de lijnafbuiging wordt gesynchroniseerd op de voorflank

van de sync-pulsen, maakt het niet uit dat deze pulsen negatief zijn.



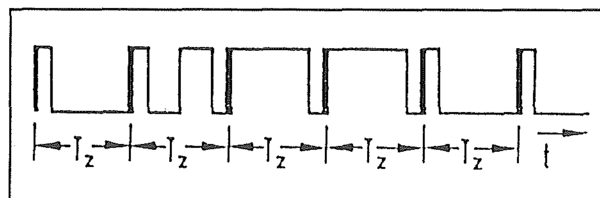
Figuur 5/3.1.3-5: Het toevoegen van lijnsync-pulsen aan de brede beeldsync-puls.

Er is echter een tweede probleem. Zoals bekend bestaat een volledig TV-beeld uit twee halfbeelden, die door middel van interliniëring door elkaar gevlochten worden. Zoals uit figuur 5/3.1.3-6 blijkt, eindigt het eerste halfbeeld (voorgesteld door volle lijnen) in het midden van een lijn en het volgende halfbeeld (voorgesteld door gestippelde lijnen) op het einde van een lijn.



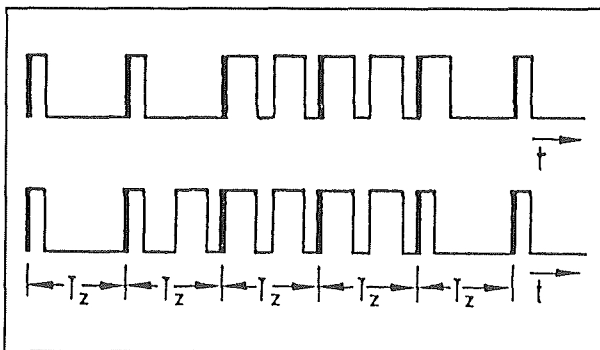
Figuur 5/3.1.3-6: Als gevolg van de interliniëring van twee opeenvolgende halfbeelden eindigt het eerste halfbeeld in het midden van een lijn en het volgende op het einde van een lijn.

Het gevolg is dat de plaats van het invoegen van lijnsync-pulsen in de beeldsync-puls afhankelijk wordt van welk halfbeeld wordt geschreven. De samenstelling van de beeldsync-puls die volgt op deze die in figuur 5/3.1.3-5 getekend is, staat afgebeeld in figuur 5/3.1.3-7.



Figuur 5/3.1.3-7: De samenstelling van de beeldsync-puls die volgt op deze van figuur 5/3.1.3-5.

Beide pulsen hebben een verschillende samenstelling. Dat heeft tot gevolg dat in de zender ingewikkelde schakelingen moeten worden gebruikt om beide pulspatronen te genereren. Dit kan men vermijden door beide pulsen te combineren, waardoor het resultaat ontstaat dat in figuur 5/3.1.3-8 is getekend. Nu heeft de beeldsync-puls een constante samenstelling maar is alleen, afhankelijk van welk halfbeeld wordt uitgezonden, in de tijd verschoven.



Figuur 5/3.1.3-8: De gecombineerde samenstelling van de beeldsync-puls.

Dat er nu dubbel zoveel lijnsync-pulsen in de beeldsync-puls aanwezig zijn maakt niets uit. De voorflanken van deze dubbele pulsen liggen zover verwijderd van het synchronisatiebereik van de lijnoscillator dat deze niet tot valse synchronisatie kunnen voeren.

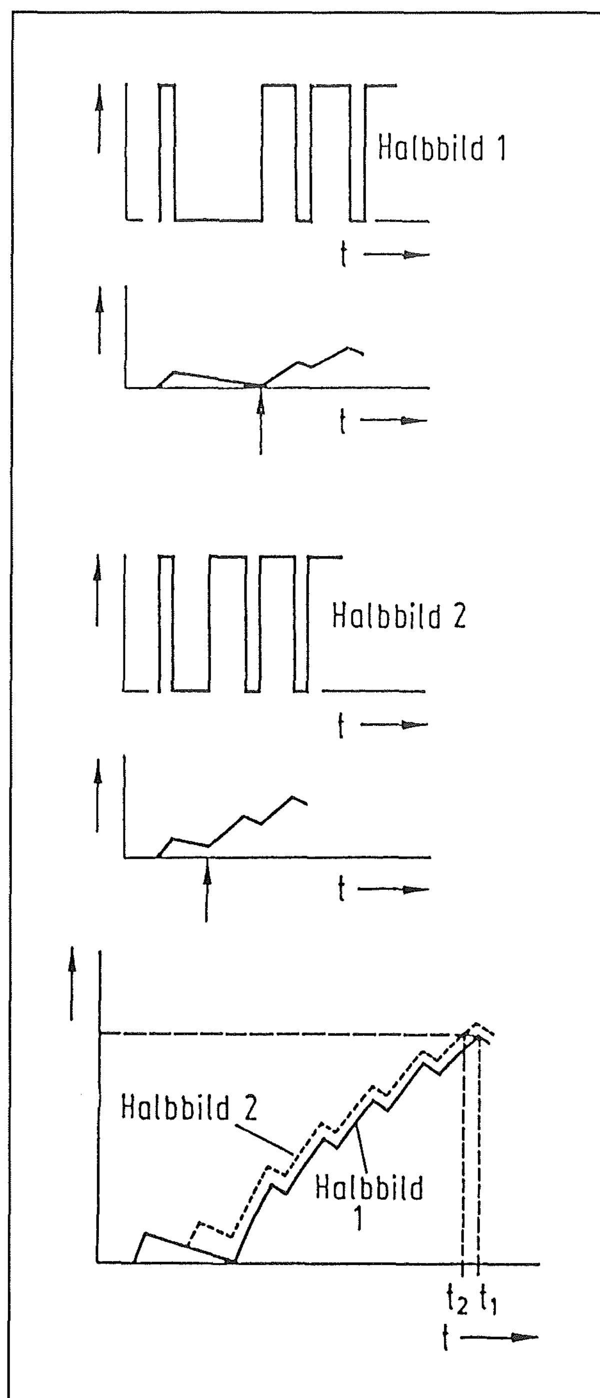
3.1 Functie en werking van televisie volgens het PAL-systeem

Het probleem van de niet gelijke puls-inhouden

Er is echter nog een derde probleem! Zoals later zal blijken, wordt de puls die de zaagtandgenerator van de beeldafbuiging synchroniseert opgewekt door het integreren van de sync-pulsen. Nu zal het bij nauwkeurig bestuderen van figuur 5/3.1.3-8 duidelijk zijn dat de bovenste pulstrein een kleinere integratiespanning tot gevolg heeft dan de onderste.
Dat verschil is grafisch toegelicht in figuur 5/3.1.3-9.
De genoemde synchronisatiepuls voor de zaagtandgenerator ontstaat door het vergelijken van de geïntegreerde spanning met een referentiespanning.

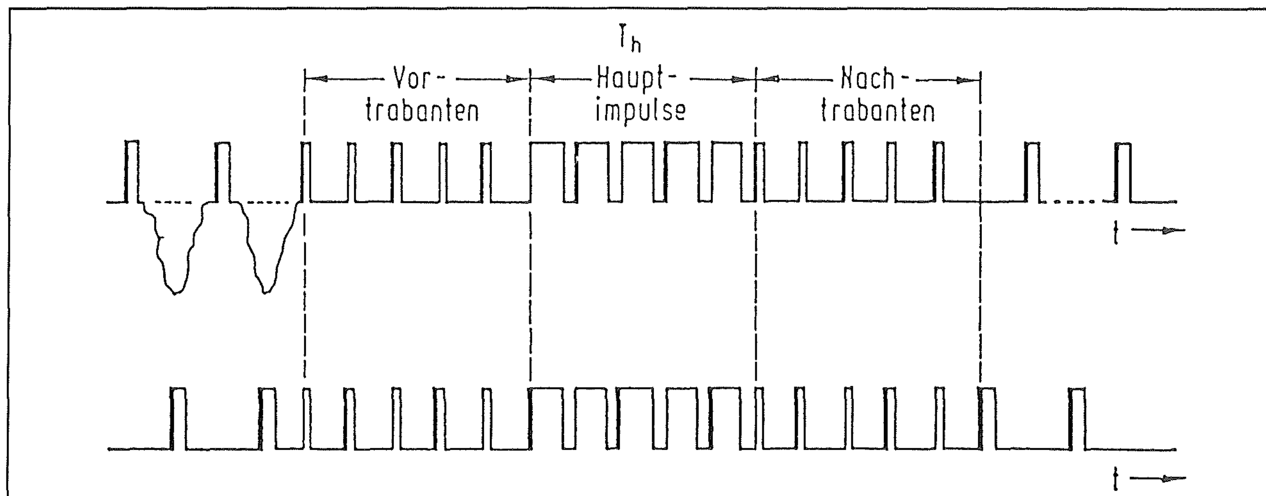
Het zal duidelijk zijn dat de comparator bij het eerste halfbeeld iets eerder een puls opwekt dan bij het volgende halfbeeld.
Daardoor zullen de twee geïnterlinieerde beelden niet goed in elkaar gevlochten worden.
Om dit probleem op te lossen wordt de beeldsync-puls voorzien van een aantal voor- en achterpulsen. Deze pulsen hebben tot taak de gemiddelde spanningswaarde van de sync-puls onafhankelijk te maken van welk halfbeeld wordt uitgezonden.
Op deze manier zal de integratorcapaciteit steeds met dezelfde snelheid tot de drempelwaarde van de synchronisatie opladen.

De totale samenstelling van de beeldsyncpuls is getekend in figuur 5/3.1.3-10, voor de even en voor de oneven halfbeelden. Uit deze figuur blijkt duidelijk hoe de voor- en achterpulsen tot gevolg hebben dat de gemiddelde pulsinhoud in beide gevallen identiek is.



Figuur 5/3.1.3-9: Het verschil in de integratiespanning bij het integreren van het eerste en het tweede halfbeeld.

3.11 Functie en werking van televisie volgens het PAL-systeem



Figuur 5/3.1.3-10: De totale samenstelling van de beeldsync-puls voor even en oneven halfbeelden.

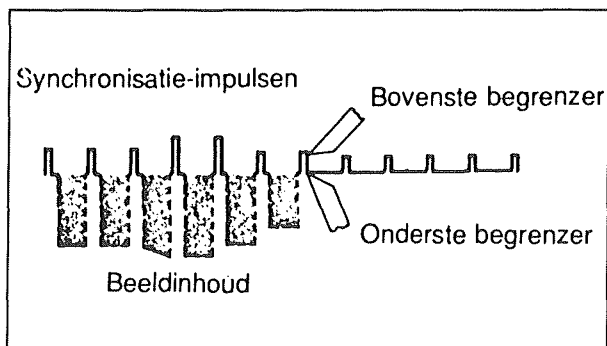
De video/puls scheider

Inleiding

De video/puls scheider heeft tot taak de lijnsync- en beeldsync-pulsen te scheiden van het videosignaal.
Daarnaast heeft dit blok de belangrijke taak om eventueel op het videosignaal aanwezige stoorimpulsen, die zich voor de sync-scheider zouden kunnen voordoen als sync-signalen, te onderdrukken.

Het principe van de video/puls scheider

Het principe van deze schakeling is getekend in figuur 5/3.1.3-11.



Figuur 5/3.1.3-11: Het principe van het scheiden van de sync-pulsen van het videosignaal.

Het videosignaal wordt door een dubbele begrenzer gevoerd. Deze begrenzer is zo ingesteld, dat alleen de positief georiënteerde sync-pulsen door worden gelaten en het negatief georiënteerde videosignaal wordt tegen gehouden.
Deze schakeling heeft als bijkomend voordeel dat de amplitude van de teruggewonnen synchronisatie-pulsen constant blijft. Ook als het zendersignaal, om wat voor reden dan ook, in grootte zou variëren zullen de pulsen na de dubbele begrenzing een constante amplitude hebben. Zoals later zal blijken is deze constante amplitude een belangrijke voorwaarde voor het goed kunnen functioneren van de sync-scheider!

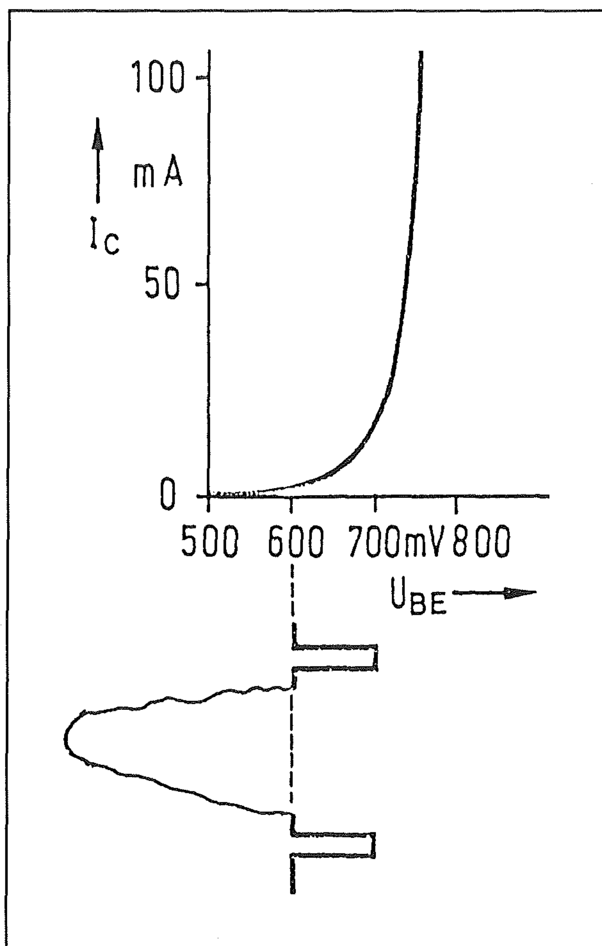
De video/puls-scheider met één transistor

Deze heel eenvoudige schakeling werd vroeger algemeen in ontvangers toegepast en zit nu nog steeds vaak verborgen in de ingewanden van een IC.
Een transistor wordt zo ingesteld, zie figuur 5/3.1.3-12, dat de zwartdrempel van het videosignaal precies op de geleidingsdrempel van de halfgeleider ligt. Het gevolg is dat de negatievere video-informatie

3.1 Functie en werking van televisie volgens het PAL-systeem

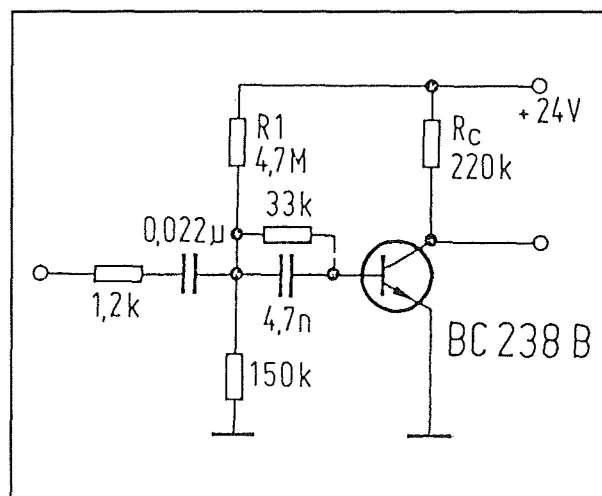
de transistor in sper houdt en de positievere sync-pulsen de transistor in geleiding schakelen. Op de collector staan dus alleen de sync-pulsen.

In figuur 5/3.1.3-13 is getekend hoe dit principe in de praktijk wordt gerealiseerd.

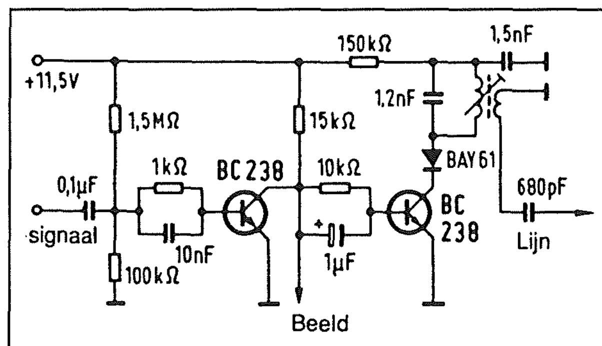


Figuur 5/3.1.3-12: Het principe van een video/puls-scheider met één transistor.

Karakteristiek voor deze schakeling is de hoge waarde van de weerstand R1. De schakeling moet namelijk in staat zijn het werkpunt automatisch zo in te stellen, dat aan de gegeven voorwaarde voldaan blijft. Zou immers het werkpunt verlopen, dan bestaat het gevaar dat een deel van het videosignaal de transistor in geleiding stuurt. Het gevolg is uiteraard dat het collectorsignaal meer dan alleen de sync-pulsen gaat bevatten en de synchronisatie van de ontvanger volledig in de war wordt gestuurd.
Stel dat de transistor, bijvoorbeeld door een verhoging van de omgevingstemperatuur, meer gaat geleiden. De basisstroom neemt toe, over de weerstand R1 valt meer spanning. Het gevolg is dat de basis op een lagere spanning wordt ingesteld en dat de geleiding van de halfgeleider kleiner wordt.



Figuur 5/3.1.3-13: Een praktische video/puls-scheider met één transistor.



Figuur 5/3.1.3-14: Een video/puls-scheider met twee transistoren.

3.11 Functie en werking van televisie volgens het PAL-systeem

De video/puls-scheider met twee transistoren

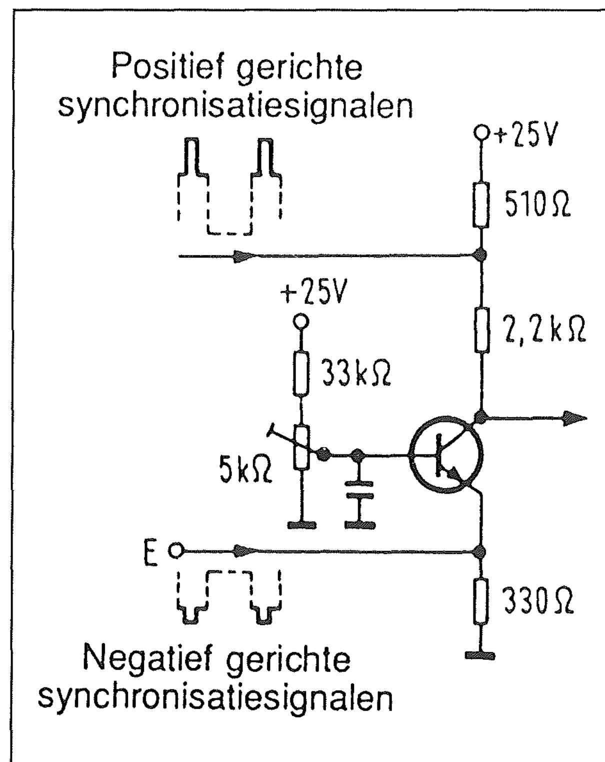
In figuur 5/3.1.3-14 is een schakeling getekend, die gebruik maakt van twee transistoren.

Het gecombineerde signaal wordt toegevoerd aan de basis van de eerste transistor. De collectorspanning van deze trap wordt door de weerstand van 15 kΩ sterk verlaagd. Daardoor ontstaat een automatische begrenzing, omdat de transistor vrij snel vastloopt. De op deze manier gescheiden sync-pulsen verschijnen als negatieve pulsen op de collector. Dit signaal wordt gebruikt voor het sturen van de beeld-sync scheider. De tweede transistor versterkt en begrenst de pulstrein nog een keer. In de collector staat echter een resonantiekring, die afgestemd is op de lijnsyncfrequentie. Op deze manier worden de synchronisatiepulsen extra uit het signaal gefilterd, hetgeen de storingsongevoeligheid van het geheel bevorderd. Via de secundaire wikkeling van de spoel wordt het signaal verder geleid naar de horizontale sync-scheider.

Storingsonderdrukking

Zoals reeds opgemerkt is het van het grootste belang dat de video/sync-scheider niet verstoord wordt door stoorpulsen. Vergeet niet dat het videosignaal in amplitude gemoduleerd is en men dus geen begrenzing op het signaal kan toepassen! Stoorpulsen op het videosignaal zouden dus door de video/sync-scheider kunnen worden aangezien voor synchronisatiepulsen. Deze valse sync-pulsen kunnen nadien de synchronisatie van de ontvanger in de war schoppen, waardoor lopende beelden kunnen ontstaan.

Om dit probleem op te lossen zit er in alle ontvangers een extra trap, die er voor moet zorgen dat stoorpulsen zo min mogelijk doordringen in het sync-signaal.



Figuur 5/3.1.3-15: Het principe van de "storings-inversie".

In figuur 5/3.1.3-15 is een voorbeeld van een dergelijke storingsonderdrukker getekend. De schakeling werkt volgens het principe van de "storings-inversie".

De transistor werkt in geaarde basisschakeling. Op het knooppunt tussen de twee collectorweerstanden wordt het samengestelde video/sync-signaal toegevoerd. Op de emitter wordt hetzelfde signaal aangeboden, maar nu geïnverteerd. Met behulp van de instelpotentiometer in de basiskring wordt de transistor nu zo ingesteld dat de transistor voor de sync-pulsen nog net is gesperd. Op de collector ontstaat dan voor iedere sync-puls een positieve spanningssprong.

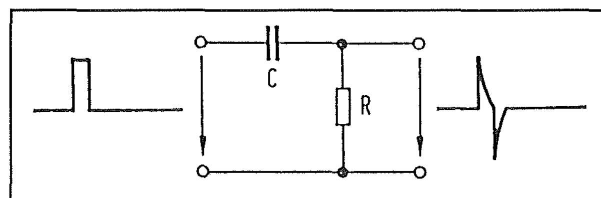
Dat systeem werkt uitstekend, onder de voorwaarde dat de signalen die op de collector en de emitter worden toegevoerd een constante amplitude voor de sync-pulsen hebben.
Komt er nu een stoorsignaal binnen, dan heeft dit ongetwijfeld een andere amplitude dan de sync-pulsen. De stoorpuls komt als negatieve sprong op de emitter terecht. Het gevolg is dat de basis-emitter spanning groter wordt en de transistor in geleiding wordt gestuurd. De spanning op de collector vertoont dus een negatieve sprong. Maar de stoorpuls wordt ook via de collector toegevoerd, maar nu als positieve puls! Deze positieve puls zal de spanningsdaling op de collector ten dele compenseren. Het gevolg is dat er maar weinig van de stoorpuls op de collector overblijft.
In ieder geval is de resterende storing zo klein ten opzichte van de grote sync-pulsen, dat de daaropvolgende scheidingsschakelingen geen problemen hebben met het onderscheiden van de grote sync-pulsen en de kleine stoorpulsen.

De synchronisatie scheider

Principe

De sync-scheider heeft tot taak de pulstrein die zowel de beeld- als de lijnsync-pulsen bevat te scheiden in afzonderlijke synchronisatie-pulsen voor de horizontale en vertikale afbuiging van de beeldbuis.
Dat gebeurt op een heel eenvoudige manier. De lijnsync-pulsen zijn veel smaller dan de beeldsync-pulsen. Dit verschil kan gedetecteerd worden door de gecombineerde pulstrein aan een integrator en aan een differentiator aan te bieden.

De differentiator zet de smalle lijnsync-pulsen om in positieve en negatieve naaldpulsjes, zie figuur 5/3.1.3-16.



Figuur 5/3.1.3-16: Door het differentiëren van de gecombineerde pulstrein ontstaan smalle positieve naaldpulsen bij de voorflank van iedere lijnsync-puls.

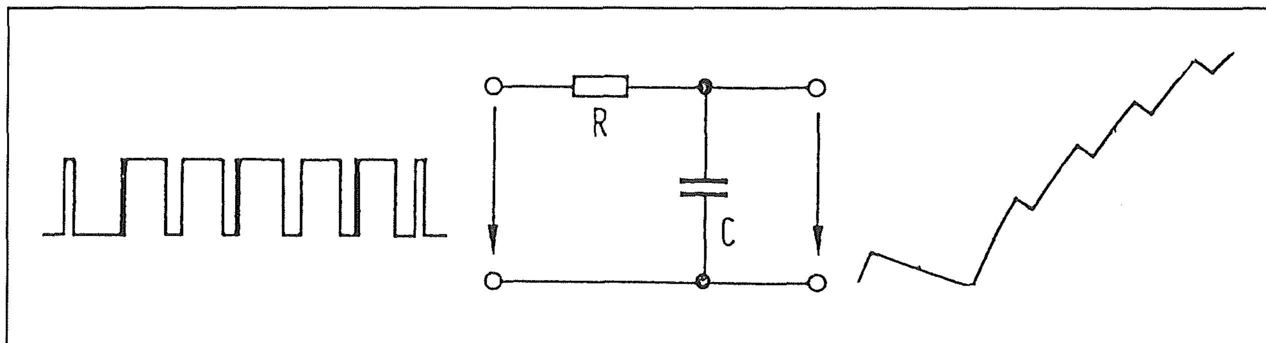
De smalle positieve naaldpulsen kunnen worden gebruikt voor het synchroniseren van de generator van de horizontale afbuiging.
De beeldsync-pulsen worden uit de gecombineerde pulstrein gewonnen door deze aan te bieden aan een integrator. Deze zal een condensator opladen telkens als een puls verschijnt. Maar de smalle lijnsync-pulsen zijn niet in staat deze condensator tot een voldoende hoge spanning op te laden. Dat gebeurt wél als de vijf brede beeldsync-pulsen verschijnen, zie figuur 5/3.1.3-17.

Praktische schakelingen

Tegenwoordig zal men de sync-scheider steeds terugvinden in een IC, dat verschillende functies vervult. Afhankelijk van de integratiegraad zit de sync-scheider in een "Horizontale combinatie IC", in een "H/V processor" of zelfs in een "Single Chip TV Signaalbewerker".

Voor de eenvoud wordt echter eerst gestart met de beschrijving van een discrete schakeling, zoals die in de eerste generatie getransistoriseerde TV-ontvangers vaak werd aangetroffen.

3.11 Functie en werking van televisie volgens het PAL-systeem



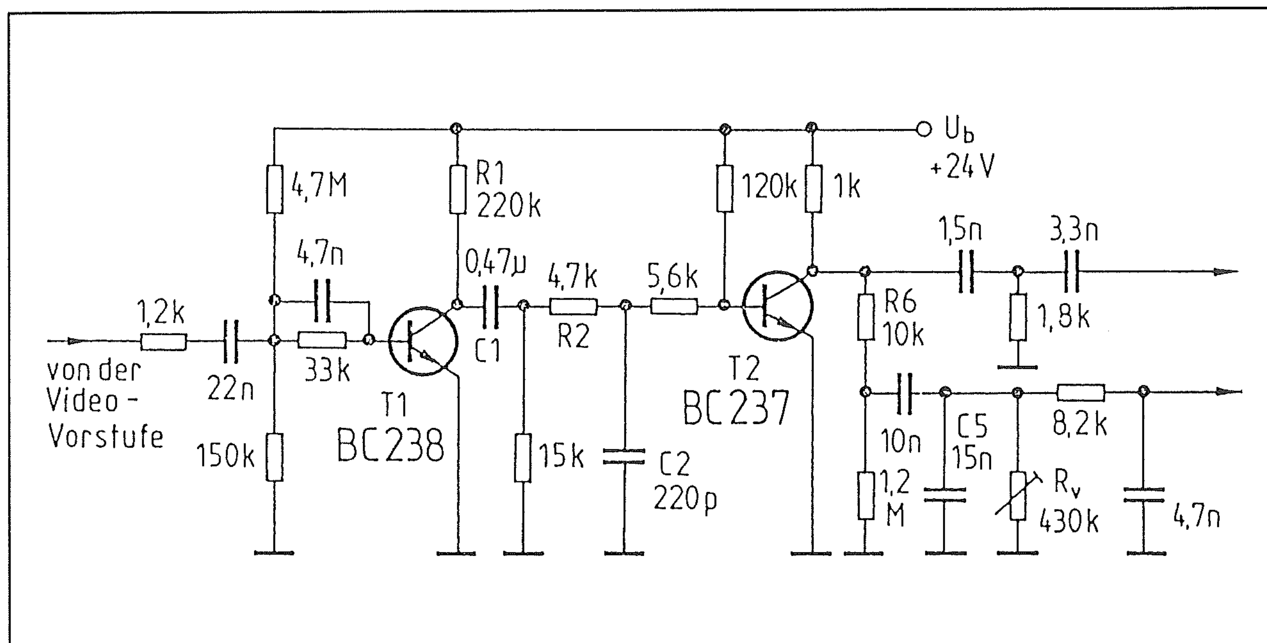
Figuur 5/3.1.3-17: Door het integreren van de gecombineerde pulstrein ontstaat over de integratiecondensator alleen bij het verschijnen van de vijf brede beeldsync-pulsen een voldoende grote spanning.

In figuur 5/3.1.3-18 is een met twee transistoren uitgevoerde schakeling getekend, die zowel de sync-pulsen scheidt van het videosignaal als de herwonnen pulsen in horizontale en vertikale verdeelt.
Transistor T1 is de video/sync scheider. Deze werkt volgens het reeds in figuur 5/3.1.3-13 getekende principe. De syncpulsen op de collector van de transistor gaan via een RC-netwerkje R2/C2 naar de tweede trap. Dit netwerk zorgt ervoor dat het verschijningstijdstip van de syncpulsen precies samen valt met het moment waarop zijn in de lijnpulsen aanwezig zijn. Vaak wordt namelijk het signaal dat naar de sync-scheider gaat op een ander punt van de videoversterker afgenomen dan het eigenlijke videosignaal. In deze uitgangstrap van de videoversterker zitten vaak spoeltjes, die faseverschuivingen tussen sync- en videosignaal kunnen veroorzaken. Deze faseverschuivingen worden met dit netwerkje gecompenseerd. De tweede transistortrap is als pulsconditioner geschakeld. Deze doet niets anders dan de amplitude en de daal- en stijgtijden van de sync-pulsen standaardiseren. Nadien volgen de integrator en de differentiator, die rechtstreeks met de collector van T2 zijn verbonden.
De lijnsync-pulsen kunnen via de condensator van 3,3 nF worden afgenomen.

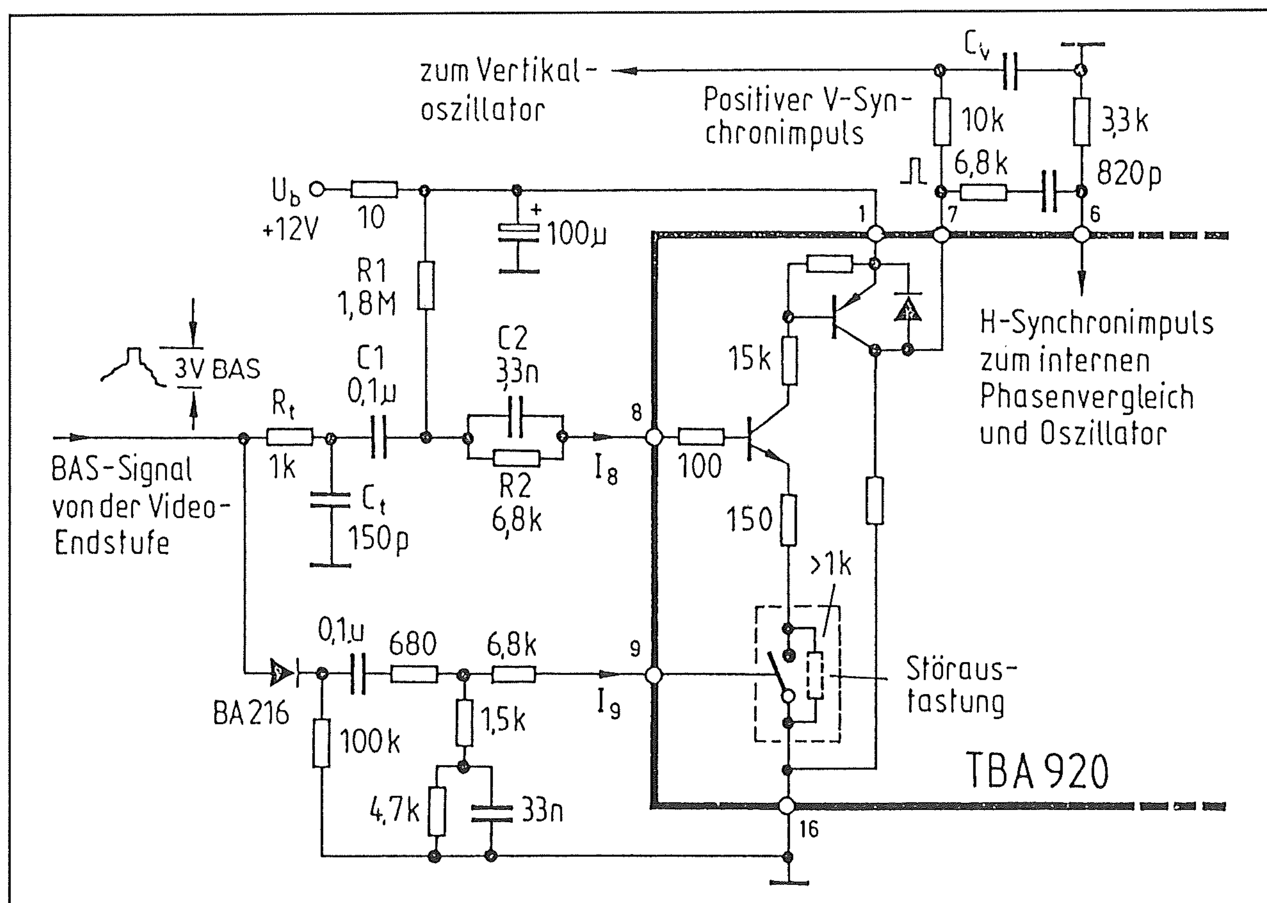
De beeldsync-pulsen staan ter beschikking over de condensator van 4,7 nF. Met behulp van de instelpotentiometer Rv kan men de integratietijdconstante instellen, waardoor men het triggermoment van de synchronisatieschakeling in de vertikale oscillator op het juiste tijdstip kan inregelen.

Geïntegreerde sync-scheiders
In figuur 5/3.1.3-19 is een voorbeeld gegeven van de sync-schakeling in een TBA 920.
Het ingangssignaal wordt afgenomen van de videoversterker. Tussen dit signaal en pen 8 van het IC staan twee RC-filters. R_t/C_t is een laagdoorlaatfiltertje waardoor korte stoorpulsen worden onderdrukt. R1/C1 compenseert de faseverschuiving die door het eerste netwerk wordt geïntroduceerd en zorgt ervoor dat de sync-pulsen weer op het juiste tijdstip aan de ingang van het IC verschijnen. Het integrator en differentiator netwerk moet extern worden aangesloten tussen de pennen 7 en 6. De lijnsync gaat dan weer via pen 6 naar de interne schakelingen van het IC.
De beeldsync gaat via de condensator C_v naar de vertikale oscillator. De TBA 920 bevat een stoorpulsonderdrukker. Deze wordt geactiveerd via pen 9.

3.1 Functie en werking van televisie volgens het PAL-systeem

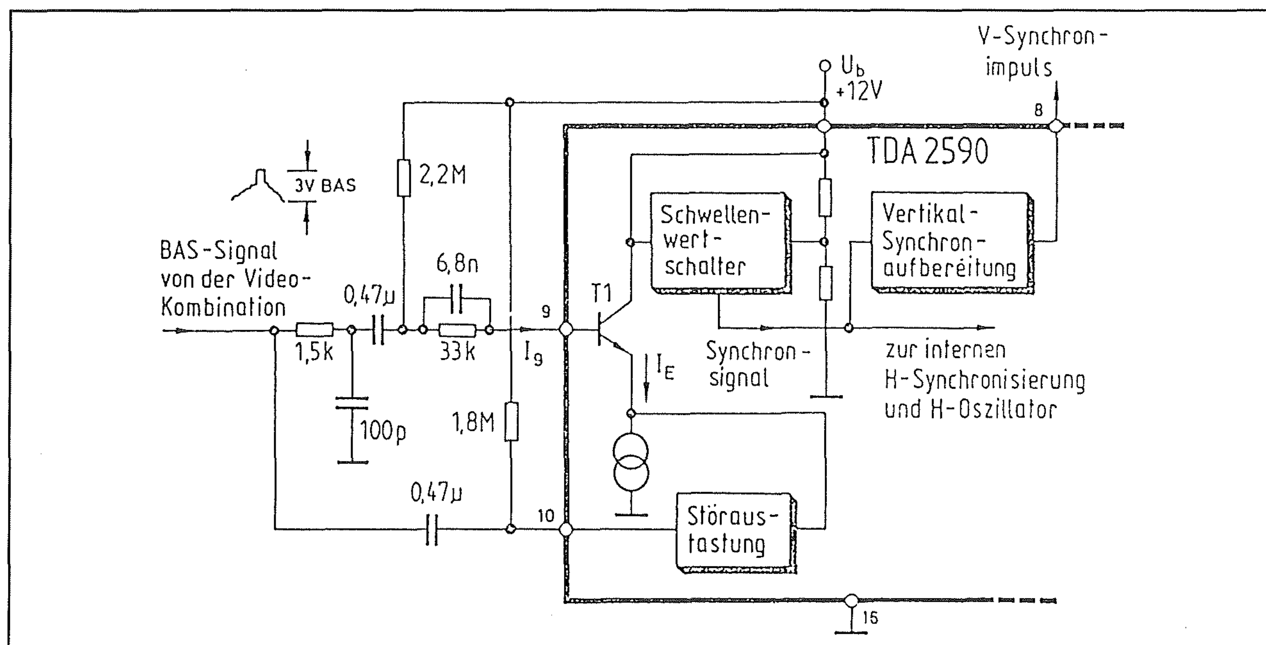


Figuur 5/3.1.3-18: Een discrete schakeling, die de synchronisatie-pulsen bevrijdt uit het videosignaal.



Figuur 5/3.1.3-19: Een voorbeeld van een sync-scheider met een TBA 920.

3.11 Functie en werking van televisie volgens het PAL-systeem

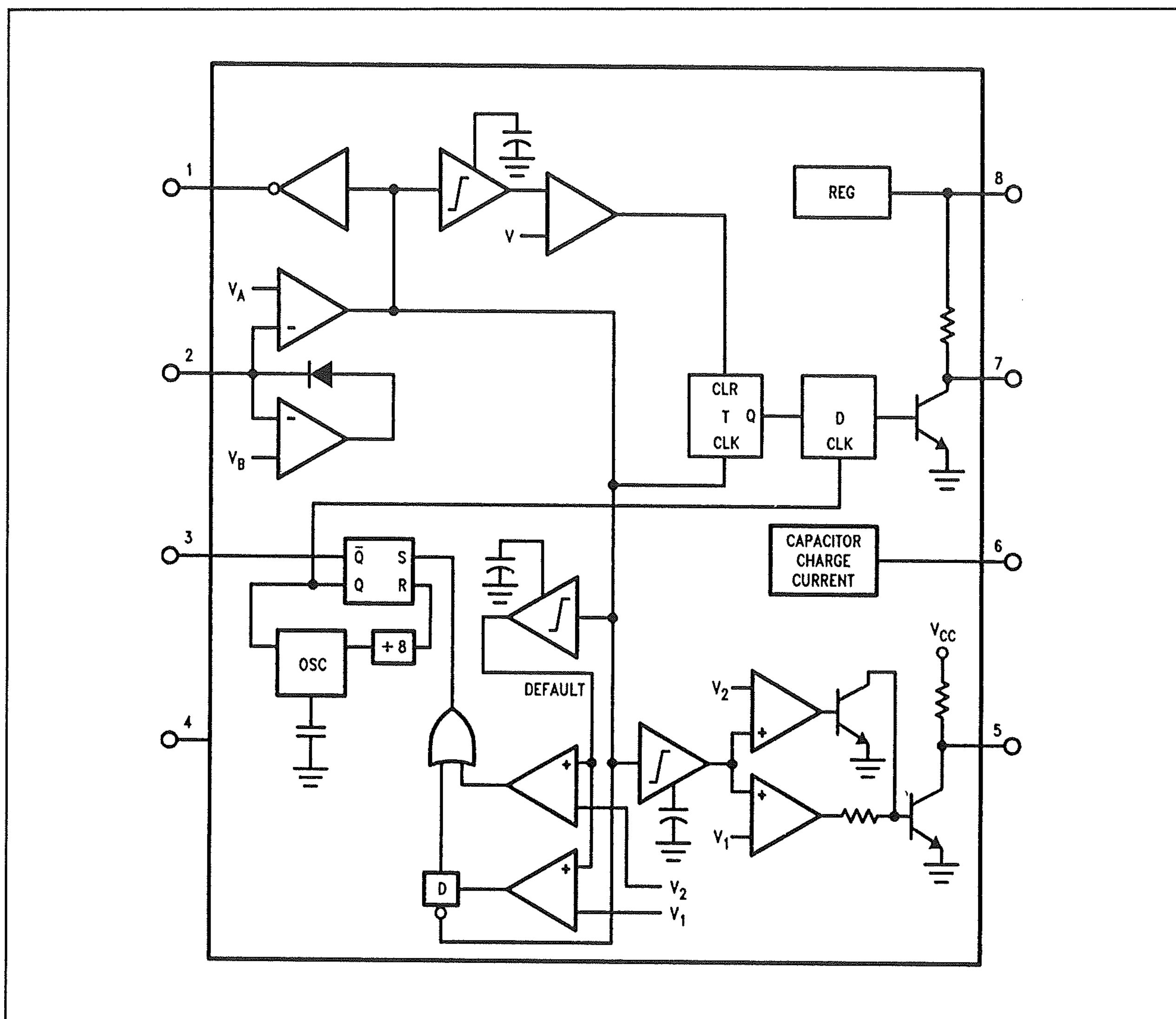


Figuur 5/3.1.3-20: De synchronisatiescheider in de TDA 2590.

De werking van deze schakeling is als volgt. In het IC is een elektronische schakelaar aanwezig, die wordt gestuurd door de spanning op pen 9. Is deze geopend, dan worden de aangeboden sync-pulsen niet verwerkt. Dat gebeurt als er via pen 9 een stroom die groter is dan 30 µA in het IC wordt gestuurd. Deze stroom wordt opgewekt uit het videosignaal via het netwerk tussen de BA 216 en pen 9. In figuur 5/3.1.3-20 is de sync-scheider beschreven van de TDA 2590. De transistor T1 heeft in de emitter een stroombron. Dit heeft als voordeel dat de sync-pulsen automatisch op een maximale waarde begrensd worden. De collectorstroom van de transistor kan immers nooit groter worden dan de waarde die door de constante stroombron wordt voorgeschreven. Ook in dit IC is een stoorpulsonderdrukker ingebouwd. Deze wordt via een eenvoudige differentiator aangestuurd uit het videosignaal via pen 10. Als het signaal op pen 10 ongeveer 300 mV groter is dan het standaard syncpuls-signaal op de ingang wordt deze schakeling aktief. Het gevolg is dat de stroombron wordt uitgeschakeld en er geen sync-pulsen worden gegenereerd. De constante stroom I_E laadt een condensator op. Over deze condensator staat een comparator met twee aanspreekdrempels. De smalle lijnsync-pulsen zijn niet in staat de condensator op te laden tot de aanspreekspanning van de bovenste drempel van de comparator. Dat lukt wél als de vijf brede beeldsync-pulsen binnen komen. Op deze manier wordt de gecombineerde syncpuls-trein omgezet in twee logische signalen, waarvan het eerste "H" wordt bij alle sync-pulsen en het tweede alleen "H" wordt als de beeldsync-puls ontvangen wordt. Via een eenvoudige logische verknoping kan de schakeling uit deze twee logische niveaus de twee noodzakelijke synchronisatiesignalen afleiden.

In figuur 5/3.1.3-21 is het interne blokschema getekend van een zeer moderne sync-scheider van National Semiconductor: de LM 1881.

3.1 Functie en werking van televisie volgens het PAL-systeem

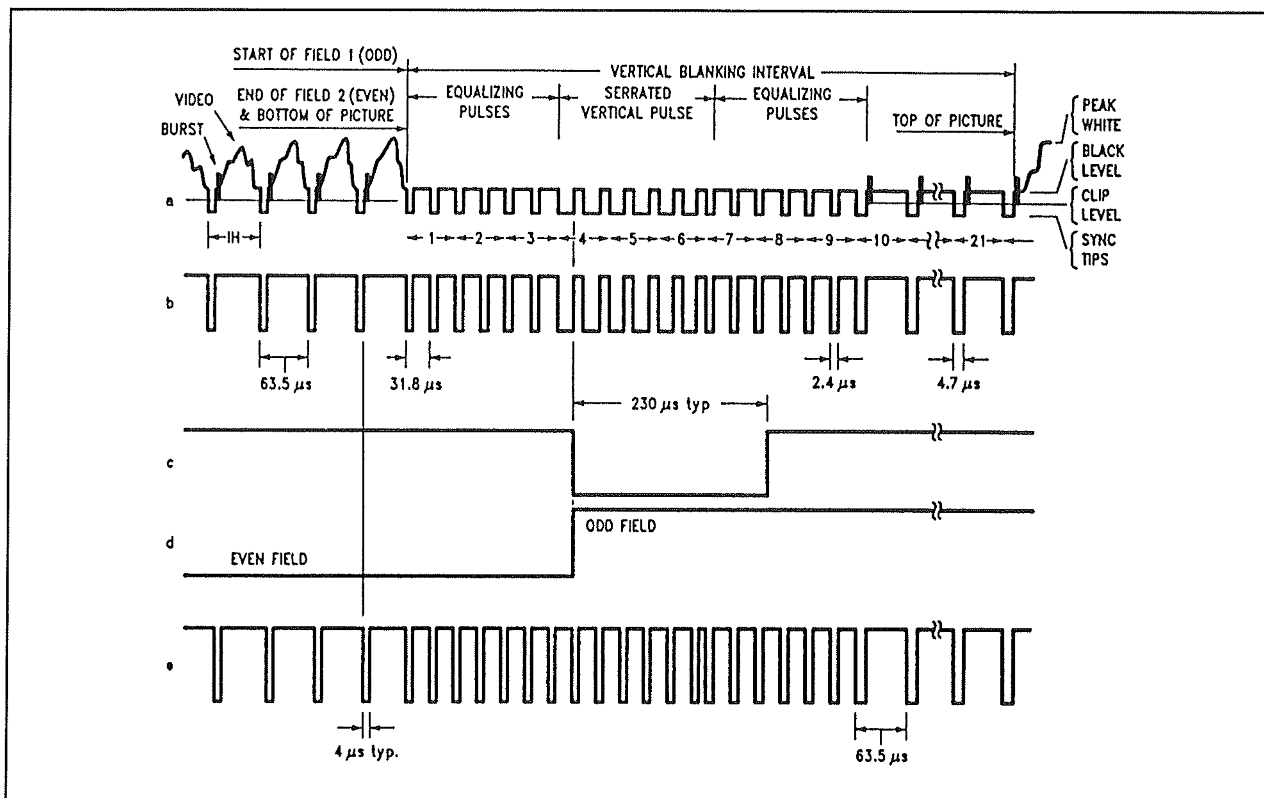


Figuur 5/3.1.3-21: Het interne blokschema van de LM 1881.

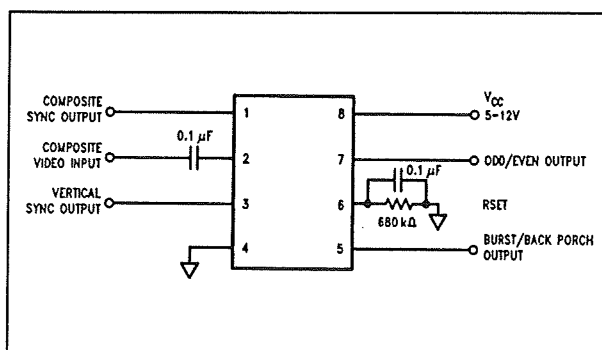
Dit IC verwerkt echter alleen gecombineerde video/syncsignalen met **negatief** gerichte syncpulsen! Maar het IC is zeer universeel opgezet en kan zowel PAL-, SECAM- als NTSC-signalen verwerken. Bovendien zijn maar drie externe componenten noodzakelijk. Het IC wordt gevoed met +12 V op pen 8 ten opzichte van de massa op pen 4. Op pen 2 wordt het gecombineerde video/sync-signaal capacitief toegevoerd. Op pen 6 moet een RC-kringetje worden aangesloten, die de tijdconstante vastlegt van de interne integrator. Op pen 3 kunnen de beeldsyncpulsen worden afgetakt. Pen 1 levert het zogenaamde composite sync signaal. Dit bevat zowel de horizontale als de vertikale synchronisatie-pulsen. Pen 5 levert alleen de lijnsynchronisatie. Tot slot staat op pen 7 het zogenoemde "ODD/EVEN" signaal. Dit is een digitaal signaal dat aangeeft of het eerste of het tweede halve beeld wordt geschreven.

In figuur 5/3.1.3-22 is het volledige timing-diagram van de LM 1881 gegeven.

3.11 Functie en werking van televisie volgens het PAL-systeem



Figuur 5/3.1.3-22: Het timing-diagram van de LM 1881.



Figuur 5/3.1.3-23: De praktische schakeling rond de LM 1881.

Uit deze grafieken kan men de samenhang van het ene ingangssignaal (boven) en de vier uitgangssignalen afleiden.
Tot slot is in figuur 5/3.1.3-23 het zeer eenvoudige toepassingsschema van de LM 1881 getekend.

Na de sync-scheider

De gescheiden sync-pulsen worden gebruikt voor het synchroniseren van de twee oscillatoren, die de horizontale en vertikale afbuiging van de beeldbuis besturen. Daarvoor worden verschillende principes gebruikt. Dat is een gevolg van het grote frequentieverschil tussen beide signalen.
De beeldoscillator werkt op 50 Hz, de lijnoscillator op 15.625 Hz. De afbuigspoelen gedragen zich voor deze frequenties verschillend. Voor het 50 Hz signaal zal de spoel hoofdzakelijk een resistieve impedantie vormen, voor de 15.625 Hz zal de spoel zich hoofdzakelijk inductief gedragen.

Vandaar dat de synchronisatie van de oscillatoren in de betreffende hoofdstukken 5/3.1.5 en 5/3.1.6 zal worden besproken.

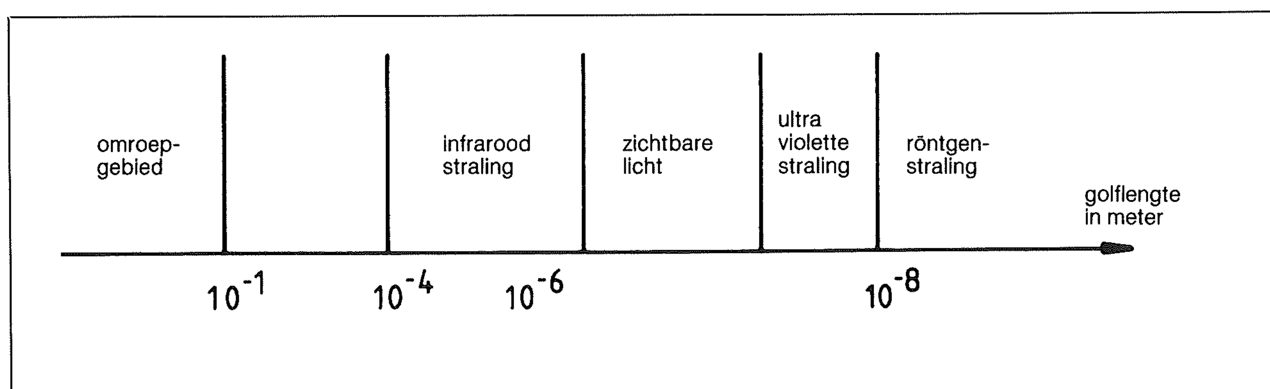
5/3.2

Functie en werking van de onderdelen van een kleuren-ontvanger

5/3.2.1 Licht en kleur

In dit hoofdstuk worden alleen de functies en blokken uit het blokschema besproken, die men alleen bij kleuren-ontvangers aantreft. Het is dus noodzakelijk eerst hoofdstuk 5/3.1 door te nemen.

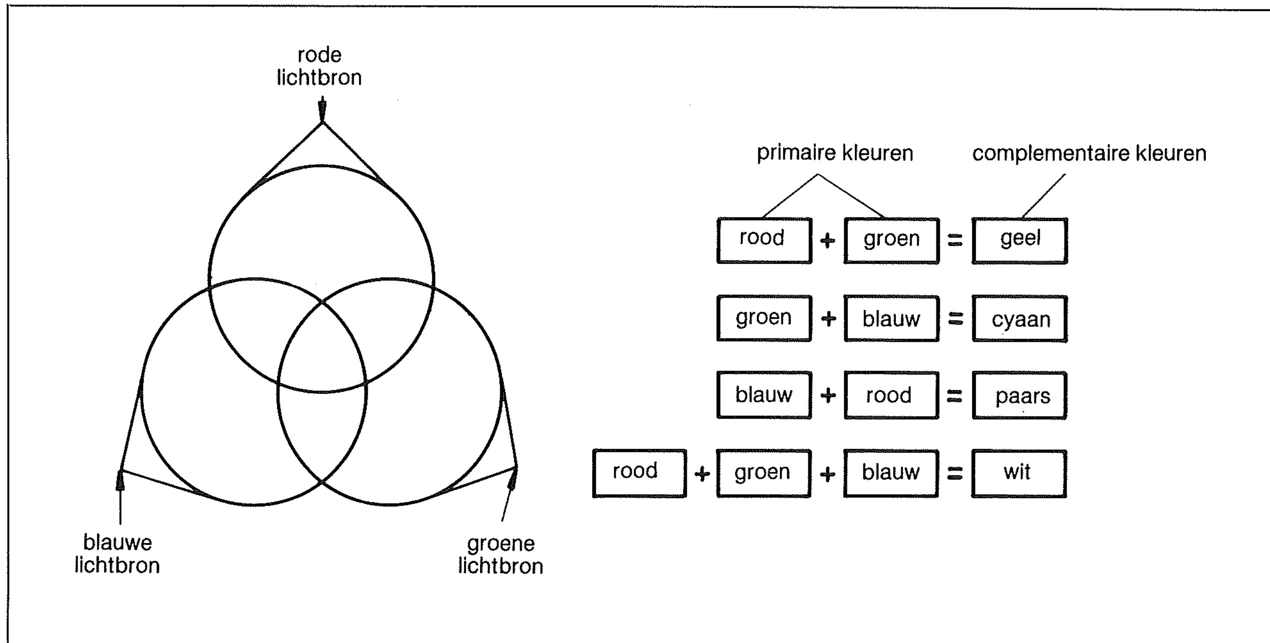
Net zoals de door zenders uitgestraalde energie, bestaat licht uit elektro-magnetische golven. De golflengte van het door het menselijke oog waar te nemen gebied ligt tussen 400 en 760 nm (nanometer). In de meeste gevallen straalt een lichtgevend voorwerp niet een bepaalde golflengte uit (lasers en LED's uitgezonderd) maar een mengelmoes van verschillende golflengtes uit het omschreven gebied. De onderlinge verhouding tussen de golflengtes is debet aan het waarnemen van kleuren.



Figuur 5/3.2.1 -1: De golflengte van elektro-magnetische straling

Iedere kleur komt overeen met een bepaalde golflengte. De kleuren rood (610 nm), groen (537 nm) en blauw (472 nm) noemt men de primaire kleuren. Alle tinten kunnen worden samengesteld door twee of drie primaire kleuren in een bepaalde verhouding met elkaar te mengen.

3.2 Functie en werking van de onderdelen van een kleuren-ontvanger

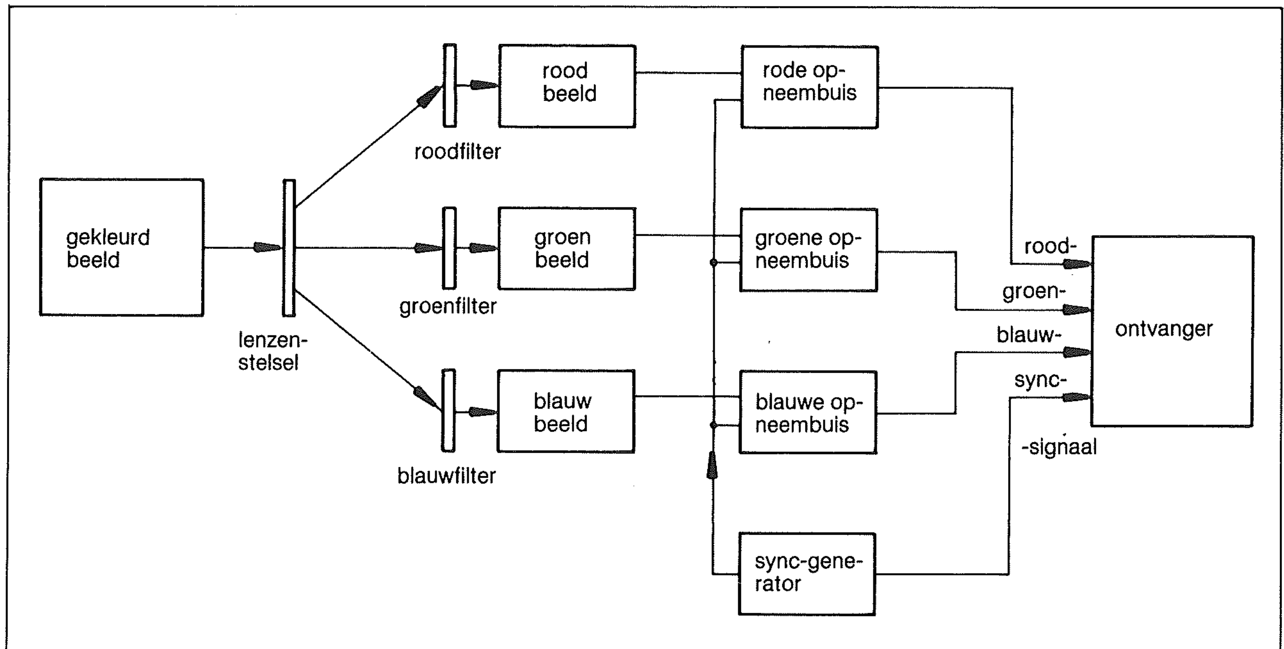


Figuur 5/3.2.1 -2: Het samenstellen van kleuren door additieve menging van de drie basis-kleuren rood, groen en blauw

5/3.2.2 Het RGB-signaal

Het beschreven meng-procédé kan ook worden omgekeerd: gelijk welke tint kan door filtering worden ontleed in zijn samenstelling van de drie primaire kleuren. Er ontstaan dan drie verschillende beelden: een rood, groen en blauw beeld. Neemt men ieder beeld op door middel van een eigen kamera-buis en voert men deze signalen afzonderlijk naar de ontvanger, dan kan men door additieve menging in de beeldbuis een zeer natuurgetrouw kleurenbeeld reproduceren. Natuurlijk moeten de afbuig-schakelingen in zender en ontvanger worden gesynchroniseerd. Vandaar heeft men een vierde verbinding tussen zender en ontvanger nodig, waarlangs de sync-pulsen worden verzonden (zie ook 5/3.1). Dergelijke vier-aderige verbindingen tussen een zender en ontvanger bestaan in de praktijk en men noemt ze "RGB-systemen". Men treft ze bijvoorbeeld aan bij computers, waar het door de computer gegenereerde beeld door middel van een RGB-kabel op een kleuren-monitor met groot oplossend vermogen wordt aangesloten.

3.2 Functie en werking van de onderdelen van een kleuren-ontvanger



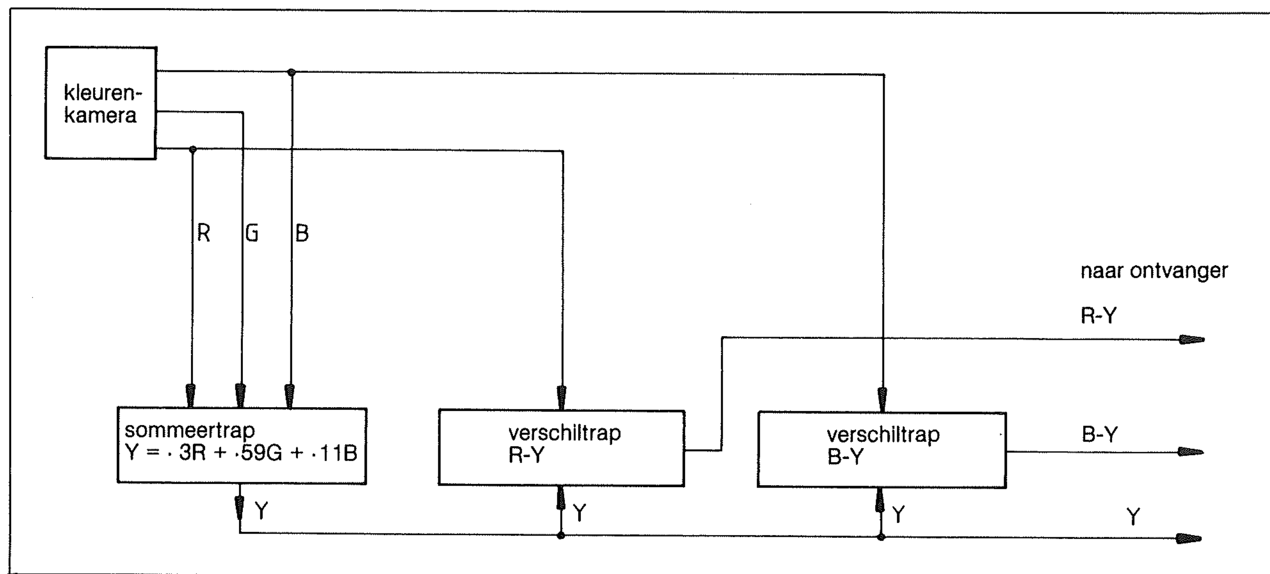
Figuur 5/3.2.2 -1: Het ontstaan van het RGB-signaal

5/3.2.3 Video-kleur signaal

Bij de "normale" televisie-systemen heeft men echter de beschikking over slechts één zender. Bovendien moet het kleurensignaal compatibel zijn, dat wil zeggen dat het signaal ook op een zwart-wit ontvanger te ontvangen moet zijn. Vandaar dat het noodzakelijk is de extra kleur-informatie in het normale zwart-wit signaal onder te brengen. Dat gebeurt onder de vorm van een codering. Uit de drie kleur-signalen R, G en B wordt door middel van een spanningsdeler een signaal Y afgeleid dat zich in wezen niet onderscheidt van het signaal dat een zwart-wit kamera zou opwekken. Men noemt dit het helderheids-signaal. Door enige verschilversterkers wekt men twee kleur-signalen R−Y en B−Y op, die samen met het Y-signaal worden uitgezonden. In de ontvanger kan men door het toepassen van bepaalde schakeltechnieken uit de Y-, R−Y- en B−Y-signalen de drie originele R-, G- en B-informaties afleiden. Een zwart-wit ontvanger vormt het beeld uit de Y-informatie en laat de twee kleur-signalen R−Y en B−Y voor wat ze zijn.

Zoals reeds gezegd wordt de kleur-informatie op hetzelfde kanaal uitgezonden als de wit-zwart informatie Y. Daarvoor is een kleur-hulpdraaggolf noodzakelijk. Een oscillator wekt een signaal met een frequentie van 4,433 MHz op. Dit signaal wordt aan een fase-draaier toegevoerd, zodat de hulp-draaggolf 90 graden verschoven wordt. In een ring-menger wordt de niet in fase verschoven draaggolf gemoduleerd met het B−Y signaal en de in fase verschoven draaggolf met het R−Y signaal.

3.2 Functie en werking van de onderdelen van een kleuren-ontvanger



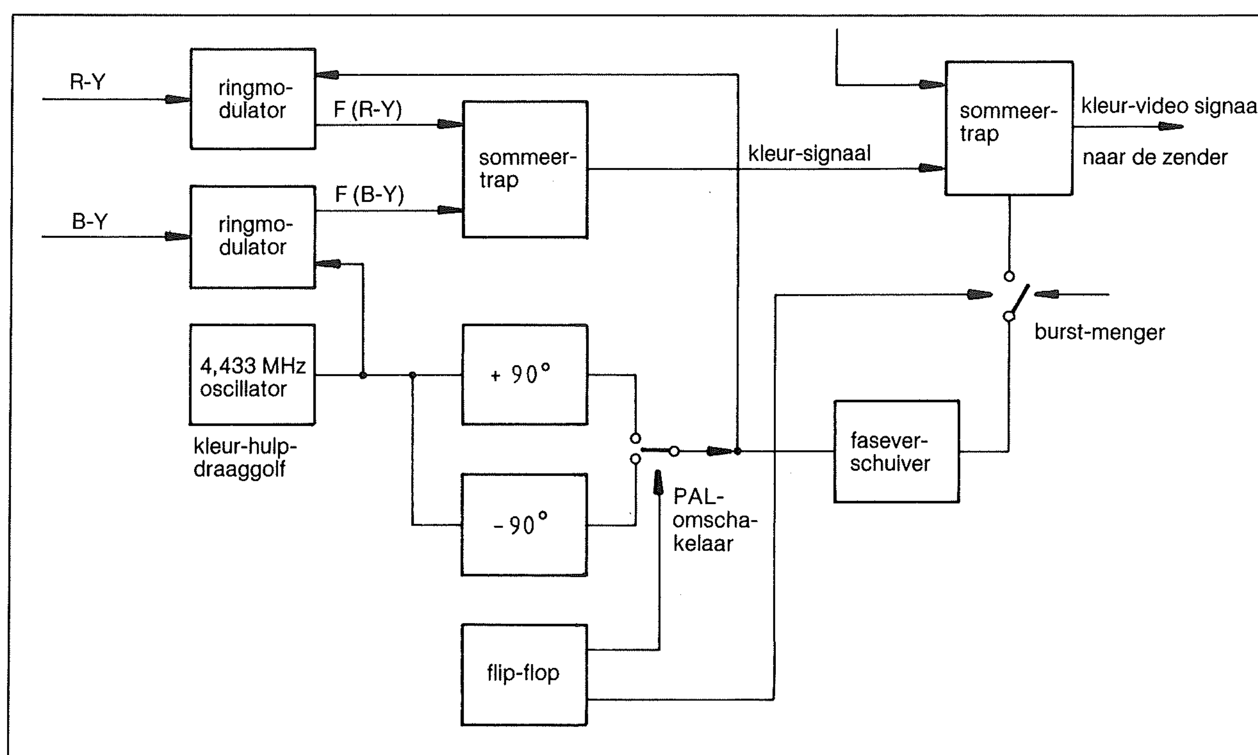
Figuur 5/3.2.3 -1: Samenstelling van het video-kleur signaal

Na menging van beide gemoduleerde signalen ontstaat een spanning waarvan de fase ten opzichte van het oorspronkelijke signaal een maat is voor de kleur-tint en de amplitude een maat is voor de kleur-intensiteit. Deze modulatie-techniek gaat door het leven onder de naam "quadratuur amplitude modulatie". Het is echter bij deze techniek noodzakelijk dat de draaggolf wordt onderdrukt (vergelijk met het uitzenden van een stereo-multiplex signaal!). Vandaar dat er in een kleuren-ontvanger een schakeling wordt ingebouw, die de draaggolf weer genereert. De fase van deze nieuwe draaggolf moet echter gesynchroniseerd worden met de fase van de in de zender opgewekte draaggolf. De fase van dit signaal draagt immers de informatie over de kleur-tint! Deze synchronisatie wordt verzorgd door de "burst". De burst bestaat uit enige perioden van de kleur-hulpdraaggolf en wordt na een lijnsynchronisatie-puls uitgezonden. In de ontvanger worden deze perioden gebruikt voor het in fase brengen van de gegenereerde hulpdraaggolf.
De kleur-informatie wordt in de zender gemengd met het Y-signaal en nadien op de gebruikelijke manier gemoduleerd op de zender-frequentie.

De fase-modulatie die wordt toegepast voor het uitzenden van de kleur-tint heeft enige nadelen. Als er bijvoorbeeld fase-verschuivingen optreden in de signaalweg tussen zender en ontvanger kunnen aanzienlijke kleur-tint fouten ontstaan. Vooral het in Amerika toegepaste NTSC-systeem is daar erg gevoelig voor. In Nederland en België (nederlandstalige uitzendingen) gebruikt men het in Duitsland ontwikkelde PAL-systeem. Dit systeem beschikt over een ingebouwde compensatie-techniek, die de genoemde fase-verschuivingen automatisch compenseert. In de zender wordt de reeds genoemde 90 graden verschoven kleur-hulpdraaggolf na iedere lijn afwisselend met +90 of met −90 graden verschoven.

3.2 Functie en werking van de onderdelen van een kleuren-ontvanger

Men neemt aan dat er tussen twee opeenvolgende lijnen niet erg veel verschil bestaat in de kleur-samenstelling. In de ontvanger wordt de informatie van één lijn in een vertragingslijn opgeslagen en nadien met de volgende lijn vergeleken. Door de zojuist beschreven fase-omschakeling zal er tussen de R—Y informatie van beide lijnen een fase-verschil van 180° moeten bestaan. Is dat niet het geval, bijvoorbeeld door fase-verschuivingen ontstaan tussen zender en ontvanger, dan kan het fase-verschil automatisch op 180° worden afgeregeld. Natuurlijk moet men de schakelingen in de ontvanger dan wel op de een of andere manier mededelen of de hulpdraaggolf 90° voor- of naijlt. Dat doet men door de fase van de "burst" eveneens om te schakelen.



Figuur 5/3.2.3 -2: Blokschema van de schakelingen die het video-kleur signaal samenstellen

5/3.2.4 Kleuren beeldbuis

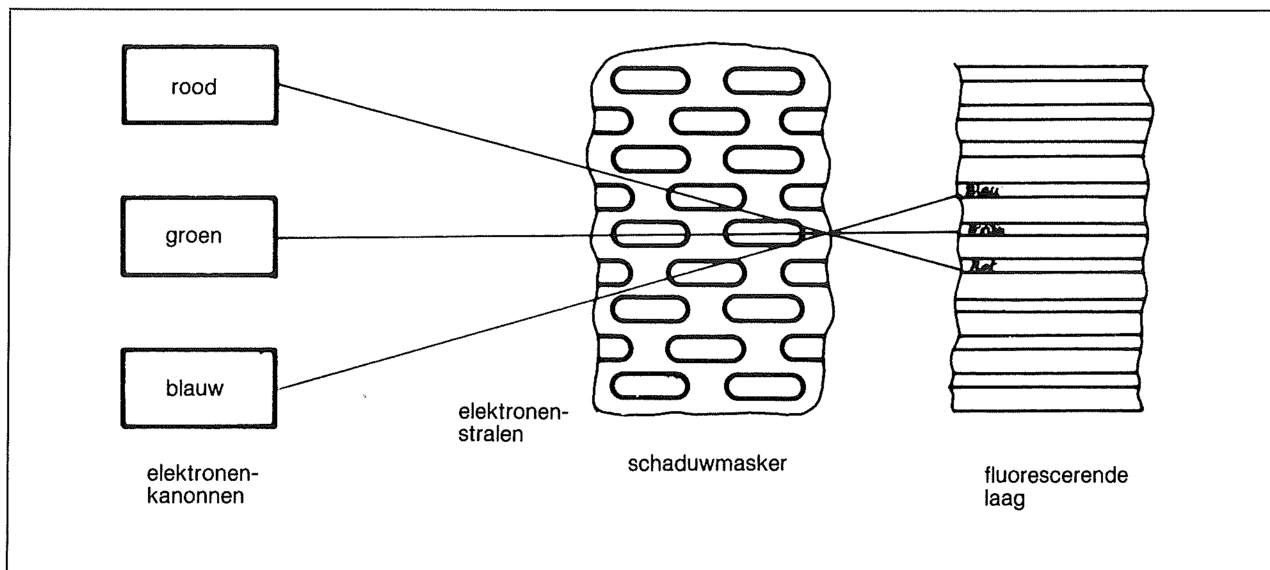
Er zijn twee verschillende beeldbuistypen op de markt, namelijk de "delta"- en de "in line"-buizen. De eerste is tamelijk verouderd en we zullen ons dan ook beperken tot het bespreken van de "in line"-beeldbuis.

De buis is samengesteld uit drie afzonderlijke elektronenkanonnen en drie afzonderlijke fluorescerende lagen. Ieder kanon stuurt zijn elektronenstraal naar één van de lagen op het scherm en is verantwoordelijk voor het opwekken van een beeld in een van de primaire kleuren rood, groen of blauw. De drie kanonnen zijn, in de hals van de beeldbuis, horizon-

3.2 Functie en werking van de onderdelen van een kleuren-ontvanger

taal op één lijn opgesteld, vandaar de naam "in line". De drie elektronenstralen convergeren naar een voor het scherm gelegen punt. Nadien divergeren ze en treffen ieder een punt van de betreffende kleurlaag op het scherm. De drie kleurlagen bestaan uit zeer dunne lijnen, die afwisselend in de drie kleuren op het scherm zijn aangebracht. Om er zeker van te zijn dat een elektronenstraal alleen de voor hem bestemde lijnen treft, brengt men voor de lagen een metalen masker aan, voorzien van een groot aantal zeer kleine gleufvormige openingen: het zogenoemde schaduwmasker.

Op het scherm worden drie naast elkaar liggende kleurenpunten afgebeeld. Op enige afstand vallen deze punten echter samen en het oog mengt de drie kleuren tot de juiste kleurtint.



Figuur 5/3.2.4 -1: De principiële werking van de kleurenbeeldbuis

Net zoals bij een zwart-wit toestel worden de drie stralen over het scherm gestuurd door middel van magneet-velden, opgewekt in rond de hals opgestelde magneetspoelen. Er worden echter veel hogere eisen gesteld aan de nauwkeurigheid van het afbuigsysteem dan bij zwart-wit ontvangst. De drie elektronenstralen moeten immers op ieder punt van het scherm in een van de gleuven van het schaduwmasker samen vallen. Bij de eerste generatie kleuren-ontvangers werden zeer gecompliceerde hulpmagneetvelden aangebracht, die werden gestuurd uit de spanningen voor de horizontale en verticale afbuiging. Tegenwoordig worden de beeldbuizen bij de fabrikant intern afgeregeld, waardoor de noodzaak tot het inbouwen van externe convergentieschakelingen vervalt.
Een tweede probleem is de kleur-zuiverheid. Valt een elektronenstraal niet overal precies op de voor hem bestemde lijn van het scherm, dan ontstaan aanzienlijke kleur-afwijkingen. Een rode achtergrond kan dan in de hoeken van het

3.2 Functie en werking van de onderdelen van een kleuren-ontvanger

scherm paars worden! Ook voor dit probleem heeft de moderne techniek oplossingen gezocht. Moesten deze fouten vroeger door middel van een groot aantal rond de hals van de beeldbuis opgestelde magnetische ringen zo goed mogelijk worden gecompenseerd, nu worden deze ringen in de beeldbuizen-fabriek eenmalig afgeregeld.

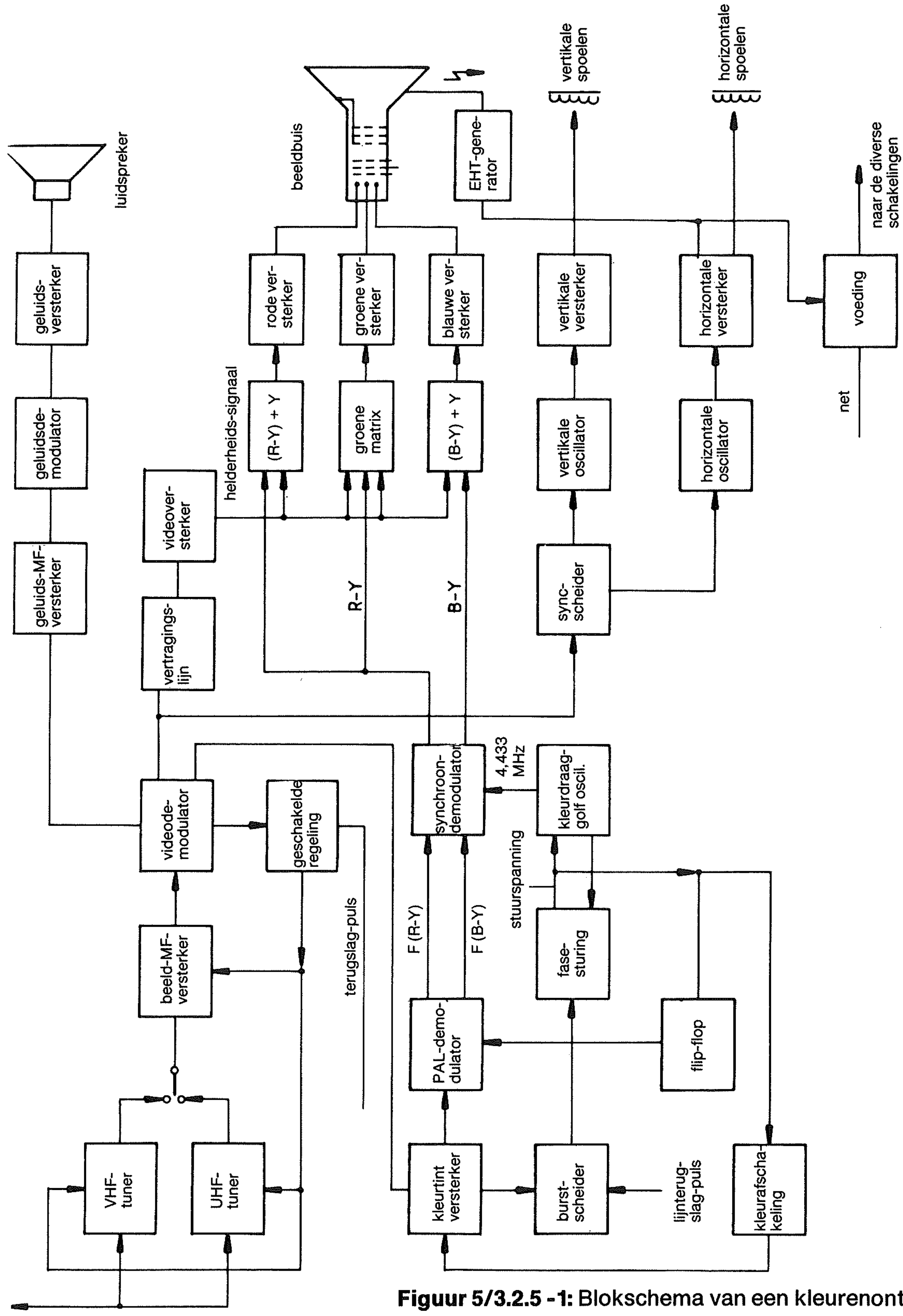
Een derde probleem is het magnetiseren van de metalen plaat waaruit het schaduwmasker is vervaardigd. Door deze magnetisatie ontstaan kleine magneetvelden, die voor een ongewenste afbuiging van de elektronen-stralen verantwoordelijk zijn. Ook hierdoor ontstaan afwijkingen in de kleur-weergave. Vandaar dat bij het aanschakelen van een kleuren-ontvanger de schaduwmaskerplaat door middel van een wisselend magneetveld wordt gedemagnetiseerd. Rond de beeldbuis is daarom een grote demagnetisatie-spoel opgesteld.

5/3.2.5 Blokschema van een kleuren-ontvanger

Net zoals bij een zwart-wit ontvanger komt het antenne-signaal binnen in de UHF- of VHF-tuner. Het signaal wordt daar gemengd met het signaal van de locale oscillator en omgezet in het middenfrequent signaal. De daaropvolgende middenfrequent versterker filtert het signaal en versterkt het tot een niveau waarmee de video-demodulator raad weet. Ook nu wordt beroep gedaan op een geschakelde automatische versterkingsregeling, die er voor zorgt dat ook zwakke antenne-signalen voldoende worden versterkt en sterke signalen de schakelingen niet oversturen. Aan de uitgang van de demodulator staat het 5,5 MHz signaal (geluids-informatie) ter beschikking voor de geluids-middenfrequent versterker. Na FM-demodulatie, voorversterking en eindversterking volgt de luidspreker. De synchronisatie-scheider leidt de horizontale en vertikale sync-pulsen af uit het Y-signaal en voert deze toe aan de oscillatoren. De eindversterkers sturen de afbuigstromen naar de spoelen. Uit de transformator voor de horizontale afbuiging wordt de extra hoge spanning afgeleid, die aan de anode van de beeldbuis wordt aangeboden. Bij kleuren-ontvangers is deze spanning wel flink hoger: is de gemiddelde waarde voor een zwart-wit ontvanger ongeveer 10 kV, voor kleuren-ontvangers moet men met een 2,5 maal hogere spanning rekening houden. Bij sommige apparaten levert de horizontale afbuiging ook enige hogere voedingsspanningen die noodzakelijk zijn voor het voeden van onder andere de video-versterker. Soms echter, worden deze spanningen rechtstreeks uit de voeding afgeleid. Tot nu toe verschillen de schakelingen niet met deze die in een zwart-wit ontvanger worden gebruikt. Voor een meer uitgebreide bespreking wordt verwezen naar paragraaf 5/3.1.4. Nu de extra schakelingen voor het genereren van de kleur-signalen!

De uitgangsspanning van de video-demodulator wordt aangeboden aan de breedbandige kleur-versterker. De doorlaatband van deze schakeling gaat van ongeveer 2 MHz tot 4,433 MHz. Het kleur-signaal wordt versterkt en door middel van een regel-lus vastgelegd op een constante waarde. Aan de uitgang van deze versterker treffen we niet alleen de kleur-informatie aan, maar ook de "burst". Dit signaaltje wordt gebruikt voor het sturen van de beschreven regel-

3.2 Functie en werking van de onderdelen van een kleuren-ontvanger



Figuur 5/3.2.5 -1: Blokschema van een kleurenontvanger

3.2 Functie en werking van de onderdelen van een kleuren-ontvanger

lus. De burst-perioden moeten van het kleuren-signaal worden gescheiden. Dat gebeurt in de burst-separator, een elektronische schakelaar die gesloten wordt gedurende de overgang van de ene lijn naar de volgende. Op dat moment wordt er geen kleur-informatie uitgezonden, de enige signaal-componenten zijn de burst en de sync-puls. De kleur-hulpdraaggolf wordt opgewekt in een zeer stabiele kristal-oscillator, waarvan de frequentie door middel van een regelspanning enigszins regelbaar is. De faseregelkring vergelijkt de fase van de perioden van deze kristal-oscillator met de fase van de perioden van de burst en leidt uit het eventuele fase-verschil een regelspanning af. Dit signaal zorgt ervoor dat er absoluut geen fase-verschil ontstaat tussen het signaal van de kristal-oscillator en dat van de zender-oscillator, die de kleur-hulpdraaggolf opwekt. Zoals beschreven in paragraaf 5/3.2.2, wordt bij het PAL-systeem de fase van het R−Y-signaal ten opzichte van de fase van het Y-signaal na iedere lijn met 180° gedraaid. De ontvanger moet deze omschakeling volgen. Daartoe is het blokje "lijn flip-flop" noodzakelijk. Deze flip-flop wordt met de lijn-frequentie getriggerd en aan de uitgang ontstaat bijgevolg een signaal dat na iedere lijn van toestand verandert. De frequentie van dit signaal is gelijk aan de helft van de lijn-frequentie.

Uiteraard moet de ontvanger-schakeling op de een of andere manier worden geïnformeerd of de fase van de hulpdraaggolf moet voor- of na-ijlen. Zoals reeds gezegd wordt de burst in fase omgeschakeld en het regelsysteem kan daaruit alle nodige informatie afleiden. De regelspanning zal bijgevolg van lijn tot lijn variëren en deze variaties worden gebruikt als trigger-signaal voor de flip-flop.

De kleur-informatie die uit de kleur-versterker komt, wordt naar de PAL-demodulator gevoerd. In deze schakeling wordt de vorige lijn opgeslagen in een uit kwarts-glas opgebouwde vertragings-lijn en vergeleken met de nieuwe lijn. Door optellen en aftrekken ontstaan twee signalen R−Y en B−Y. Het gemoduleerde R−Y-signaal is immers bij de ene lijn 180° in fase verschoven ten opzichte van de andere lijn en telt men beide signalen bij elkaar op, dan heffen beide R−Y-delen elkaar op. Bij het aftrekken van beide signalen tellen de twee 180° verschoven delen zich echter bij elkaar op en ontstaat een signaal met dubbele amplitude. Of, onder de vorm van een formule:
$(-F(R-Y)-F(R-Y)) = -2.F(R-Y)$.
Met het gemoduleerde B−Y-signaal gaat het net omgekeerd. Daar dit signaal in beide lijnen in fase is, verschijnt het verdubbeld aan de uitgang van de opteller en verdwijnt het in de uitgang van de aftrekker. In formule-vorm: $(F(B-Y) -F(B-Y))= 0$.
Op deze wel heel erg eenvoudige manier kan men de twee informaties R−Y en B−Y van elkaar scheiden en afzonderlijk aan de volgende schakeling aanbieden.

Die volgende trap is de kleurinformatie-demodulator. De draaggolf werd echter bij het uitzenden onderdrukt en deze moet nu weer aan de modulator worden toegevoerd. Men gebruikt een synchroondemodulator opgebouwd met ring-mengers, waar de kleur-informaties worden gemengd met de perioden van de hulpdraaggolf-oscillator. Aan de uitgang

3.2 Functie en werking van de onderdelen van een kleuren-ontvanger

ontstaan de oorspronkelijke signalen R−Y en B−Y.

De beeldbuis moet echter met drie kleur-signalen (rood, groen en blauw) worden gestuurd. Deze worden in een zogenoemde matrix door optellen en aftrekken van de signalen Y, R−Y en B−Y samengesteld. Er doet zich hierbij echter een probleem voor. De totale signaalweg van het Y-signaal is veel kleiner dan die van de twee overige signalen. Er ontstaat een looptijdverschil van ongeveer 0,8 μs. Dit moet worden gecompenseerd en vandaar voert men het Y-signaal eerst door een vertragingslijn, die een signaal-vertraging van 0,8 μs tot gevolg heeft.

De drie kleur-signalen R, G en B worden via drie identieke kleur-eindversterkers aangeboden aan de kathoden van de drie elektronen-kanonnen. In iedere versterker is een clamp-kring ingebouwd die, net zoals bij een zwart-wit ontvanger, zorgt voor het juiste instelpunt van de beeldbuis.

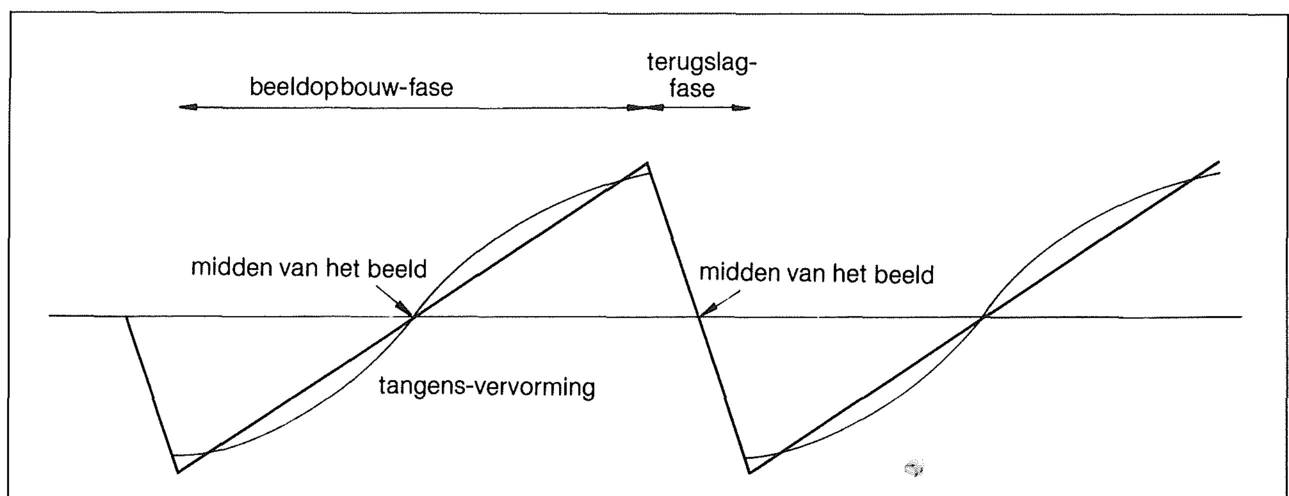
3.2 Functie en werking van de onderdelen van een kleuren-ontvanger

5/3.2.6 Afbuig-schakelingen

Er zijn tamelijk grote spanningen en stromen noodzakelijk om de elektronenstraal zowel in horizontale als in verticale richting over het gehele scherm-oppervlak af te buigen. Vandaar de noodzaak van twee vermogen-versterkers, eentje voor de horizontale sturing en eentje voor de verticale. Nu wordt er flink wat vermogen in deze schakelingen gedissipeerd, dat wil zeggen dat een deel van de spanning en stroom in de schakelingen zelf wordt verbruikt. Nu is spanning maal stroom nog steeds vermogen en dit vermogen uit zich door het opwarmen van de onderdelen.
Elektronische onderdelen zijn tegen erg veel bestand, maar aan steeds weer opnieuw opwarmen en afkoelen hebben ze een afschuwelijke hekel. Het is dan ook niet verwonderlijk dat de meeste storingen in deze schakelingen ontstaan. Men zal dus vrij vaak geconfronteerd worden met defecte afbuig-schakelingen en om deze te kunnen herstellen gaan we in deze paragraaf iets dieper in op de werking van de afbuig-elektronica.

Het verloop van stroom en spanning

Voor het afbuigen van de elektronenstraal is een sterk magnetisch veld noodzakelijk en dit veld wordt opgewekt door een stroom te sturen door een spoel, die rondom de hals van de beeldbuis is aangebracht. De grootte van de stroom bepaalt de sterkte van het veld en daarmee ook de kracht die op de elektronen wordt uitgeoefend. Om de elektronen naar de rand van de beeldbuis te sturen is de sterkste kracht nodig. Als de spot echter naar het middelpunt van de buis moet is geen afbuiging noodzakelijk. Het is dan ook logisch dat de noodzakelijke stroom het grootst is in het eerste geval en gelijk aan nul in het tweede voorbeeld.
Nu heeft het scherm van de beeldbuis een bepaalde vorm en daardoor is de afstand tussen scherm en elektronen-kanon niet steeds dezelfde. De elektronen zullen dan niet steeds dezelfde weglengte afleggen op hun reis tussen elektronen-kanon en gevoelige laag op het scherm. Met andere woorden: de elektronen bevinden zich soms iets langer onder de invloed van het magnetisch afbuig-veld en soms iets kor-

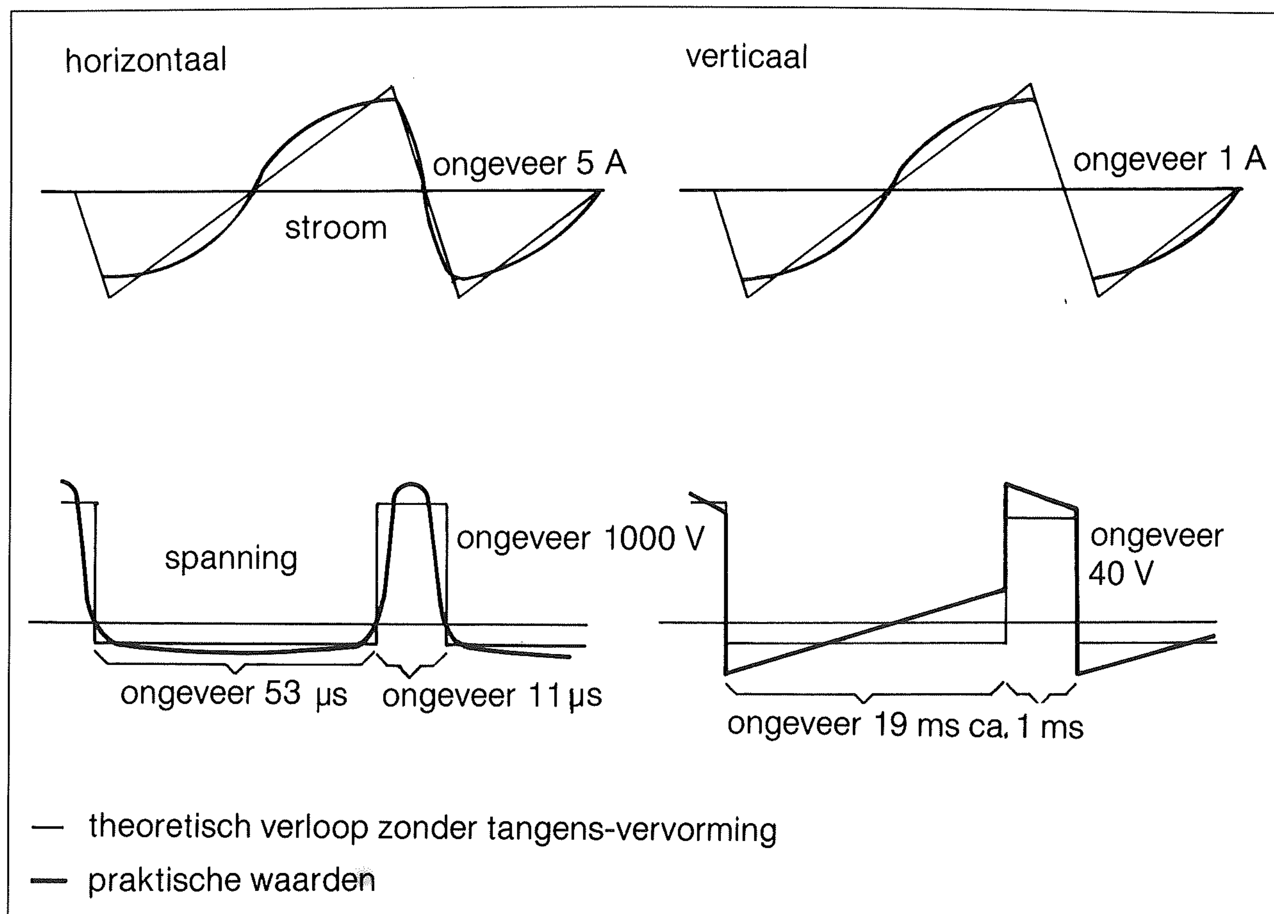


Figuur 5/3.2.6 -1: Ideale en praktische vorm van de stroom door de afbuig-spoelen

3.2 Functie en werking van de onderdelen van een kleuren-ontvanger

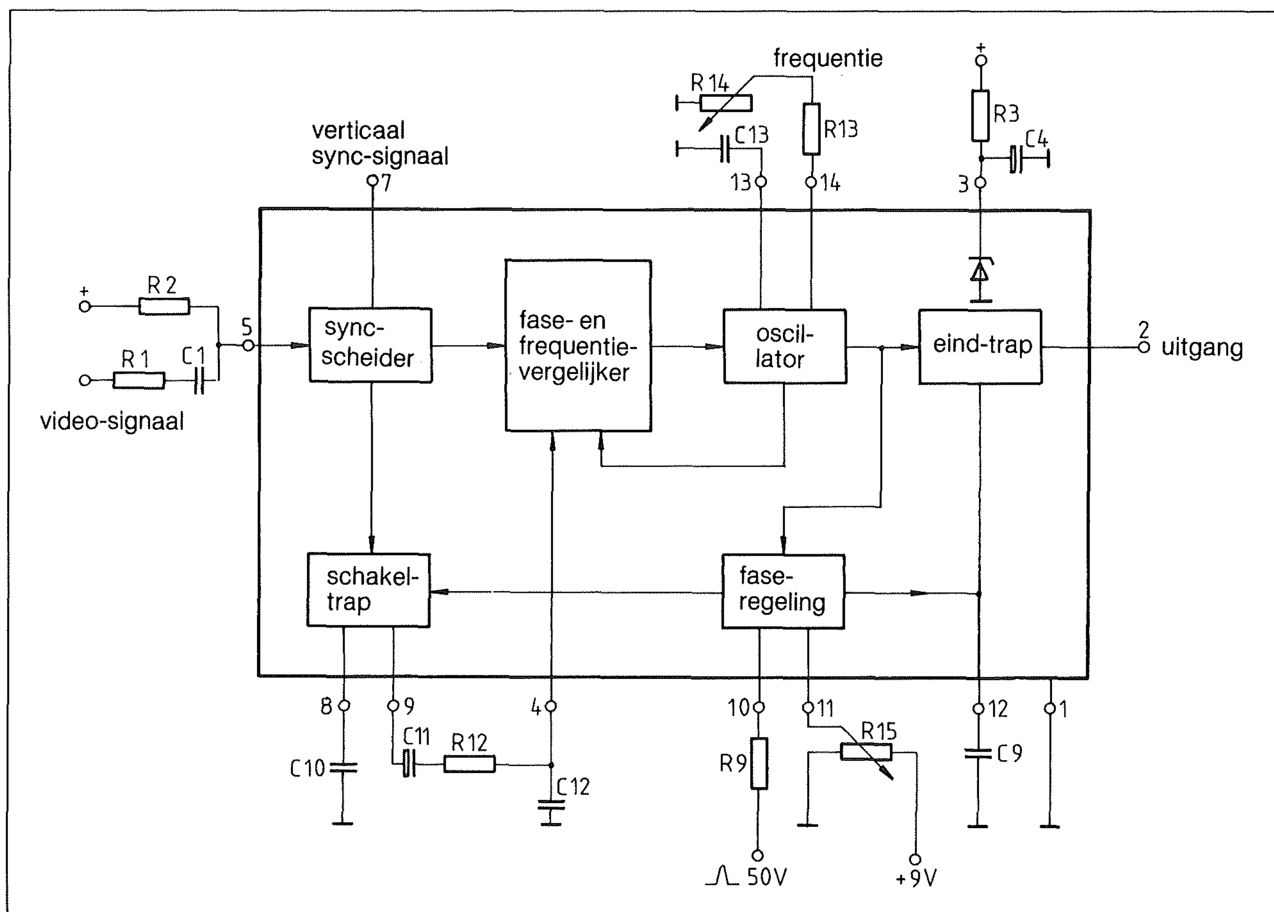
ter. Willen we dus de spot met een constante snelheid van links naar rechts over het volledige scherm afbuigen, dan zullen we de stroom door de afbuigspoel een zeer bepaald vorm-verloop moeten geven. Dit verloop is getekend in figuur 5/3.2.6 -1 en de afwijking van de theoretisch verwachte lineair stijgende stroom wordt veroorzaakt door de zogenoemde tangentiaal-compensatie.

Nu gaat deze speciaal vervormde stroom niet zo maar zonder meer door de spoel lopen! We moeten een speciale stuurspanning ontwikkelen die aan de spoel wordt aangeboden en die het specifieke stroom-verloop door de spoel veroorzaakt. Het zou ons te ver voeren (er zou bovendien een heleboel wiskunde aan te pas komen!) om precies uit te leggen hoe het verband tussen de in figuur 5/3.2.6 - 2 getekende stroom door de spoel en spanning over de spoel ontstaat. In het kort komt het er op neer dat de vorm overeenkomt met de vorm die ontstaat als men de stroom differentieert en dat de grootte van de spanning wordt bepaald door onder meer de waarde van de zelfinductie van de spoel en door de periodeduur van het signaal. Over grootte gesproken: de in de tekening ingevulde getalletjes zijn niet meer dan richtwaar-



Figuur 5/3.2.6 -2: Het verband tussen spanning over en stroom door de afbuig-spoelen

3.2 Functie en werking van de onderdelen van een kleuren-ontvanger



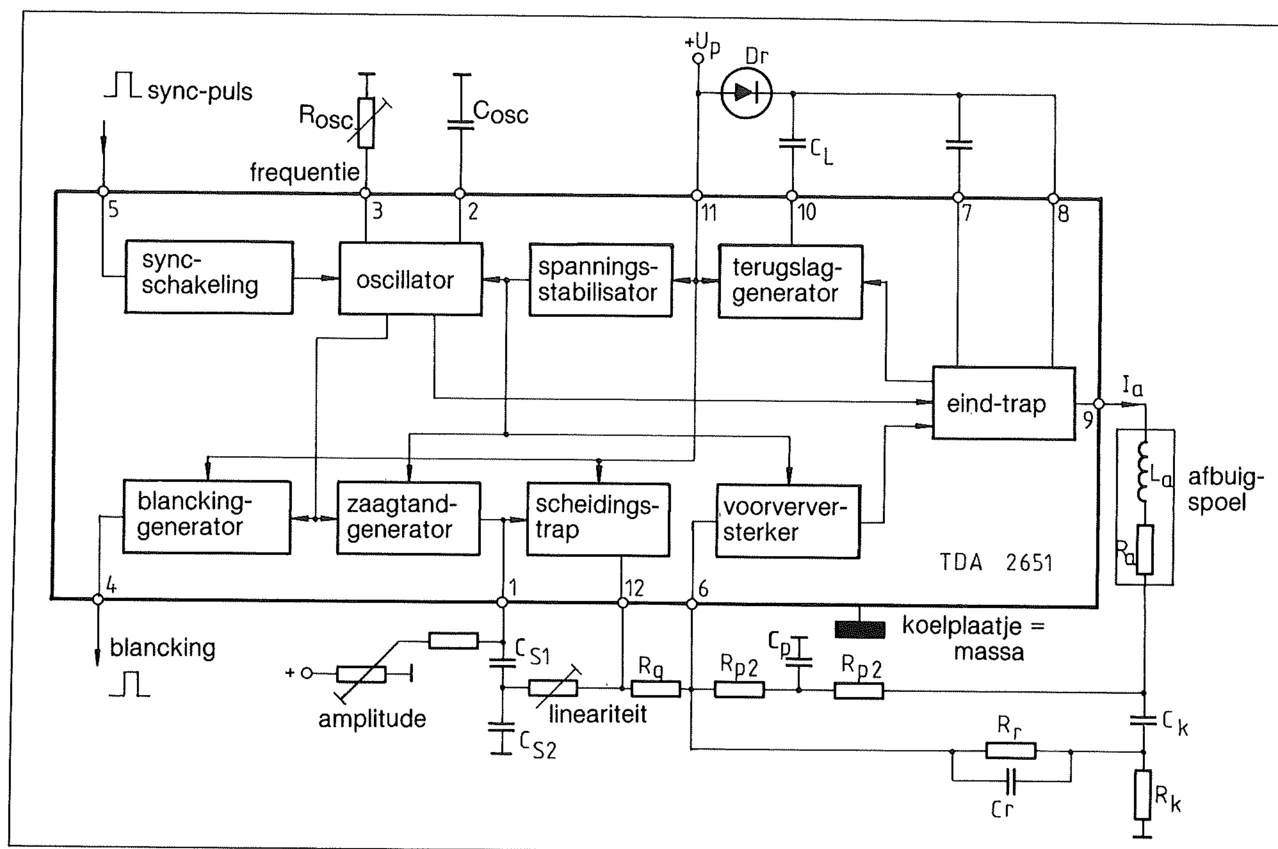
Figuur 5/3.2.6 -3: De sync-scheider, horizontale oscillator en verticale syncpuls-generator geïntegreerd in één IC

den om een idee te geven over wat voor grootte-orde van stroom en spanning het gaat. De exacte waarde varieert van toestel tot toestel, omdat ieder merk nu eenmaal andere types beeldbuizen en andere soorten afbuig-spoelen gebruikt.
Uit de figuur blijkt dat de spanning die aan de verticale afbuigspoel moet worden aangeboden zeer afwijkt van het theoretisch te verwachten model. Dit heeft iets te maken met de lage frequentie, waarmee de vertikale afbuiging werkt en het kleine verschil tussen de impedantie van de spoel en de ohmse weerstand van de windingen, waaruit de spoel is opgebouwd. De spoel is in feite minder ideaal dan de horizontale spoel en vandaar die grote afwijking tussen theorie en praktijk.

De sync-scheider en horizontale oscillator

Beide functies worden tegenwoordig meestal door middel van één geïntegreerde schakeling uitgevoerd en vandaar dat wij ze samen behandelen. Een typisch voorbeeld is getekend in figuur 5/3.2.6. -3 en geeft een schakeling die is opgebouwd rondom het zeer bekende IC TBA 940.
Het schema is vereenvoudigd, functies

3.2 Functie en werking van de onderdelen van een kleuren-ontvanger



Figuur 5/3.2.6 -4: De verticale afbuiging, verzorgd door een TDA 2651 IC

zoals burst, verticale sync-puls en het omschakelen van tijdconstanten voor videorecorders zijn buiten beschouwing gelaten.
Het video-signaal wordt via R1 en C1 aan de in het IC ingebouwde sync-scheider aangeboden.
Het separatie-niveau waarop deze schakeling reageert kan worden ingesteld door middel van de weerstand R2. De verticale sync-puls wordt, via een laagdoorlaat-filter, aangeboden aan uitgang 7 van het IC.
De horizontale oscillator genereert een signaal waarvan de frequentie zowel door de externe componenten R14, R13 en C13 als door een regelspanning wordt bepaald. Het signaal van deze oscillator wordt aangeboden aan de eind-trap en op punt 2 van de schakeling ontstaat een rechthoek-vormig signaal, waarmee men de horizontale eindtrap kan aansturen.
De fase- en frequentie-comparator vergelijkt de horizontale sync-puls met de uitgangs-spanning van de oscillator en levert het reeds genoemde stuur-signaal dat de oscillator synchroniseert met de ontvangen informatie. De regeltijd van de schakeling wordt vergroot door de extra schakel-trap (C11 en R12). Een tweede fase-regeling vergelijkt de terugslagpuls van de afbuiging met de syncpuls en stuurt een extra regel-signaal naar de oscillator. Door middel van de potentiometer R15 kan men een kleine fase-verschuiving instellen, hetgeen nuttig kan zijn bij het afregelen van de horizontale beeld-positie.

3.2 Functie en werking van de onderdelen van een kleuren-ontvanger

De verticale afbuiging

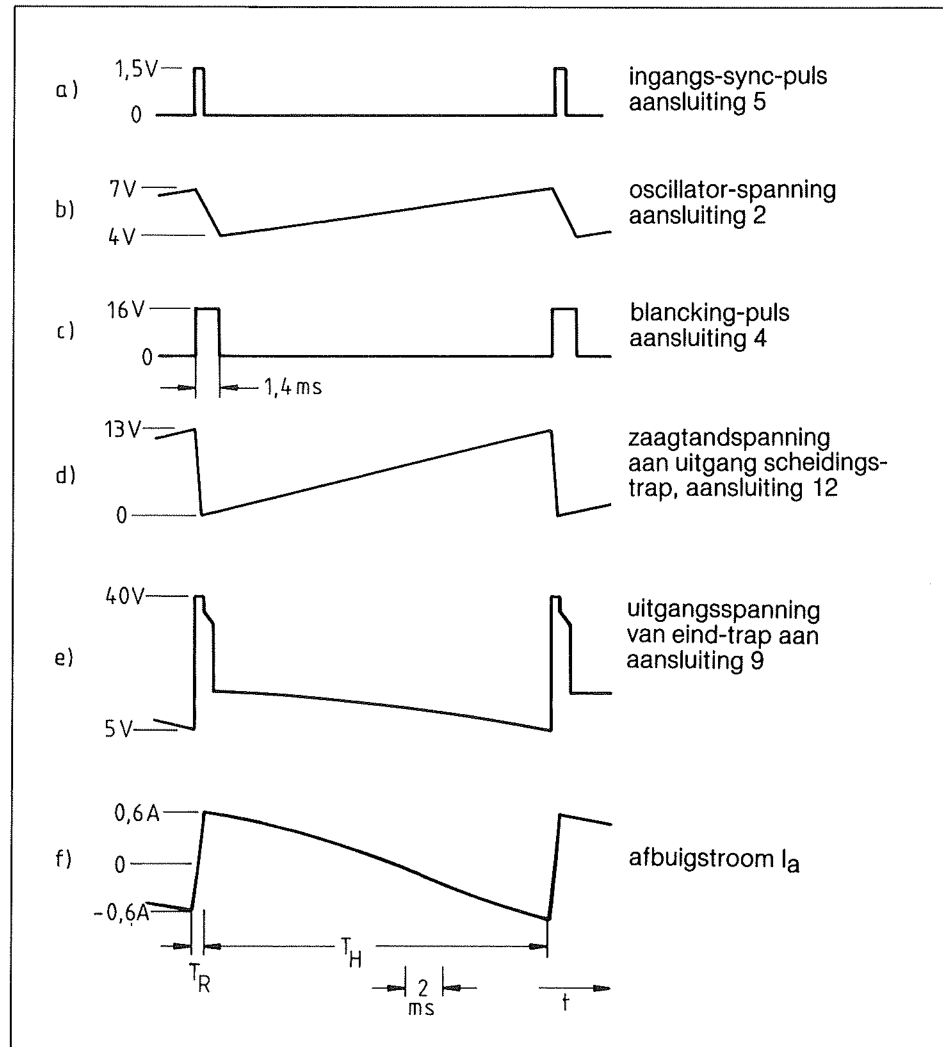
De gewenste stroom door de afbuig-eenheid wordt opgewekt door de combinatie van verticale oscillator, synchronisatieschakeling, zaagtand-oscillator, lineariteits-regeling en vermogen-eindtrap. Tegenwoordig bevinden deze blokken zich meestal in één IC en een van de meest gebruikte schakelingen (de TDA 2651) wordt nu aan de hand van figuur 5/3.2.6 -4 besproken.
De frequentie van de oscillator wordt bepaald door de tijd-constante van de onderdelen Rosc en Cosc. De oscillator wordt gesynchroniseerd met de zender door middel van de sync-schakeling. Het synchronisatie-signaal wordt aangeboden aan pen 5. Zoals reeds gemeld in de algemene bespreking van het blokschema moet men de frequentie van de oscillator instellen op een iets lagere frequentie (Rosc) dan gewenst, want anders werkt de automatische synchronisatie niet!
Uit het oscillator-signaal wordt enerzijds een pulsje afgeleid door de blancking-generator. Met dit signaal kan men de video-versterker tijdens de terugslag van de spot blancken. De zaagtand ontstaat, dank zij de werking van de zaagtandgenerator, over condensator Cs1 + Cs2 en stuurt via weerstand Rq de daaropvolgende voorversterker en eindversterker. Uitgang 9 stuurt de spanning naar de afbuig-spoel, voorgesteld door de ohmse weerstand Ra en de zelfinductie La. De afbuig-stroom Ia die daarvan het gevolg is, vloeit ook door de zeer kleine weerstand Rk en veroorzaakt over deze weerstand een spannings-val. Volgens de wet van Ohm is deze spanning recht evenredig met de stroom en deze spanning geeft dus een zeer nauwkeurig beeld van het verloop van de stroom. Deze spanning wordt teruggekoppeld naar punt 6, de ingang van de voorversterker. Door deze terugkoppeling en door de zeer hoge versterkings-factor van de schakeling regelt het systeem zich zo, dat de stroom Ia door de afbuig-spoel alleen afhankelijk is van het verloop van de spanning op punt 12 en van de waarde van de in de terugkoppeling opgenomen onderdelen Rq, Rp, Rr en Cp. Als door het opwarmen van de spoel-constructie de waarde van de ohmse weerstand Ra of van de zelfinductie La zou veranderen, dan zou wel de spanning op punt 9 variëren, maar niet de waarde van de stroom Ia!

De eindversterker is geschakeld in klasse B en is uitgerust met een interne terugkoppeling. De condensator Ck scheidt gelijk- en wisselspanning en wordt opgeladen tot een deel van de waarde van de voedings-spanning.

Het verloop in functie van de tijd van de diverse signalen is voorgesteld in figuur 5/3.2.6 -5.

Gedurende de terugslag moet de spot in een tamelijk korte tijd een grote weg over het scherm afleggen. Dat vereist een zeer grote stroom door de afbuig-spoel. Om deze stroom te kunnen opwekken is een zeer grote spanning nodig, een spanning die groter is dan de beschikbare voedingsspanning. Men past daarom het in de elektronica zeer bekende "boots-trap" principe toe. Tijdens het aftasten van het beeld wordt de condensator CL opgeladen tot de waarde van de voedings-spanning. Tijdens de terugslag stuurt de terugslag-generator een spanning, gelijk aan de voedingsspanning naar punt 10. Op de kathode van de diode Dr staan nu dus twee even grote spanningen, name-

3.2 Functie en werking van de onderdelen van een kleuren-ontvanger



Figuur 5/3.2.6 -5:
Stroom- en spannings-verloop in de schakeling van de vorige figuur

lijk de voedings-spanning op punt 10 en de spanning over de condensator. De voedingsaansluiting van de eind-trap staat dus nu op een spanning van ongeveer twee maal de voedings-spanning en het is deze tijdelijk verhoogde voedings-spanning die verantwoordelijk is voor het opwekken van de zeer grote terugslag-stroom.

De horizontale afbuiging

Bij de horizontale afbuiging wordt een aanmerkelijk hogere frequentie gebruikt dan bij de verticale. Het zal dan ook zonder nadere uitleg duidelijk zijn dat de zelfinductie van de afbuigspoel een veel grotere rol speelt! Het magneet-veld wordt bepaald door de waarde van de stroom en door het aantal windingen van de spoel. Door nu dit aantal windingen te vergroten kan men de waarde van de noodzakelijke stroom verkleinen. Het verhogen van het aantal windingen heeft echter een kwadratische stijging van de zelfinductie-coëfficiënt tot gevolg, hetgeen een veel grotere spanning over de spoel vereist. Er moet dus een compromis

3.2 Functie en werking van de onderdelen van een kleuren-ontvanger

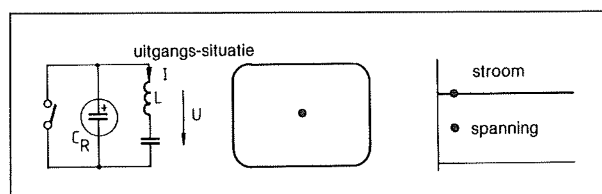
gevonden worden tussen redelijke spanning en redelijke stroom (exotisch hoge spanningen en stromen wreken zich op de kostprijs van het apparaat, want maken het gebruik van speciale onderdelen noodzakelijk). In de meeste gevallen werkt men met afbuigspanningen van 1000 V top-tot-top en met afbuigstromen in de grootte-orde van 3 A.

Het is echter onmogelijk een klasse B versterker toe te passen: er zouden veel te grote verliezen optreden. Om dit vermogensverlies te vermijden werkt men in de praktijk met een veel simpelere schakeling. De hoge spanning wordt opgewekt door een LC-kring op te bouwen, waarvan men de resonantie-frequentie kan omschakelen. Gedurende de terugslag schakelt men een kleine condensator in (hoge resonantie-frequentie), tijdens de beeldopbouw een grote (lage resonantie-frequentie). In theorie zou het voldoende zijn deze trillings-kring slechts één maal te voorzien van een start-impuls. De eigenschap van een resonerende trillingskring is immers dat de energie zich heen en weer verplaatst tussen de condensator en de spoel! In de praktijk gaat dit mooie verhaal natuurlijk niet op, want men is er helaas nog niet in geslaagd ideale spoelen, condensatoren en elektronische schakelaars te fabriceren. De gebruikte onderdelen hebben verlies-weerstanden en deze schijnbare onderdelen consumeren flink wat van de resonantie-energie. Dat verliesvermogen moet worden aangevuld.

Voor het omschakelen van de condensatoren gebruikt men uiteraard halfgeleider-schakelaars, die echter in staat moeten zijn de hoge stroom te schakelen en de hoge spanning te weerstaan. In den beginne gebruikte men thyristoren, maar deze zijn nu vervangen door speciale schakel-transistoren. Thyristoren hebben immers de nare eigenschap dat het onmogelijk is ze uit te schakelen als ze stroom geleiden. Men moet dan een extra schakeling inbouwen, die de stroom onderbreekt op het moment dat het onderdeel naar sper gaat. Dit noemt men de commutering.

De transistor-afbuiging

Bij de bespreking van de werking van de schakeling wordt één volledige cyclus opgesplitst in vier afzonderlijke delen, die een na een worden besproken. De elektronische schakelaar wordt voorgesteld door een mechanische soortgenoot, in de figuren 5/3.2.6 -6 tot en met 5/3.2.6 -10 wordt steeds de eind-toestand (plaats van de spot op het scherm en grootte van spanning en stroom) van de deel-cyclus ingetekend.

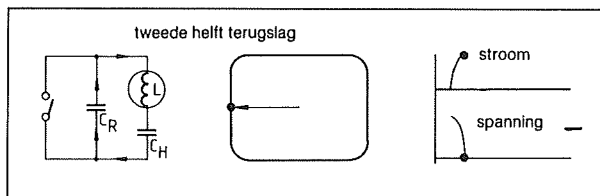


Figuur 5/3.2.6 -6:
De eerste fase van de horizontale afbuiging

De beschrijving start met de veronderstelling dat de terugslagcondensator C_R volledig is opgeladen en dat de spot zich in het midden van het scherm bevindt (figuur 5/3.2.6 -6).
De condensator gaat zich nu ontladen over de spoel. Door de specifieke inductieve eigenschappen van de spoel zal de stroom maximaal zijn op het moment dat de condensator-spanning minimaal is

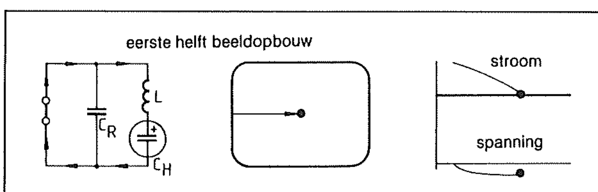
3.2 Functie en werking van de onderdelen van een kleuren-ontvanger

(een spoel verzet zich tegen iedere verandering!). De totale trillings-energie bevindt zich nu in de spoel, het magnetische veld is maximaal en de spot wordt afgebogen naar de rand van het scherm (figuur 5.3.2.6 -7).



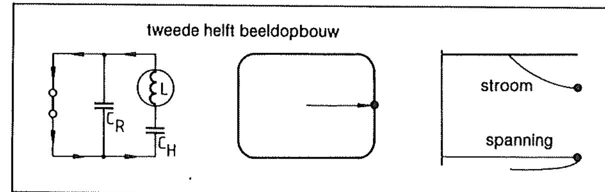
Figuur 5/3.2.6 -7:
De tweede fase: de energie zit nu in de spoel

De elektronische schakelaar wordt gesloten (figuur 5.3.2.6 -8). Het magneetveld wordt afgebroken en de inductie-spanning die daardoor ontstaat laadt nu de heenloop-condensator C_H op. Dit onderdeel neemt nu alle energie over van de spoel, de stroom wordt nul en de spot bevindt zich weer in het midden van het scherm.



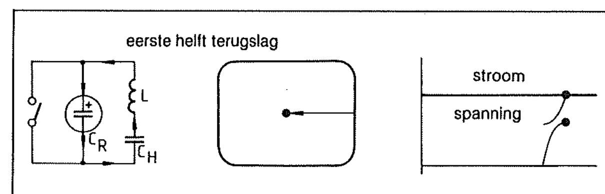
Figuur 5/3.2.6 -8:
Derde fase: condensator C_H wordt opgeladen

De condensator C_H gaat zich vervolgens weer ontladen over de spoel. De stroom bereikt op het einde van de ontlaadcyclus zijn maximale waarde. De energie is overgedragen aan de spoel, het magneetveld is maximaal (maar nu negatief gericht) en de spot wordt naar de andere zijde van het scherm afgebogen (figuur 5/3.2.6 -9).



Figuur 5/3.2.6 -9:
Vierde fase: C_H ontlaadt zich in de spoel

De elektronische schakelaar wordt nu weer geopend. Het magneetveld wordt afgebroken en de daaruit voortvloeiende stroom laadt condensator C_R op. De maximale lading is bereikt op het moment dat de stroom tot nul is gedaald. De energie zit nu volledig in de condensator, het magnetische veld is nul, de spot wordt niet afgebogen (figuur 5/3.2.6 -10).
Er start een nieuwe cyclus.



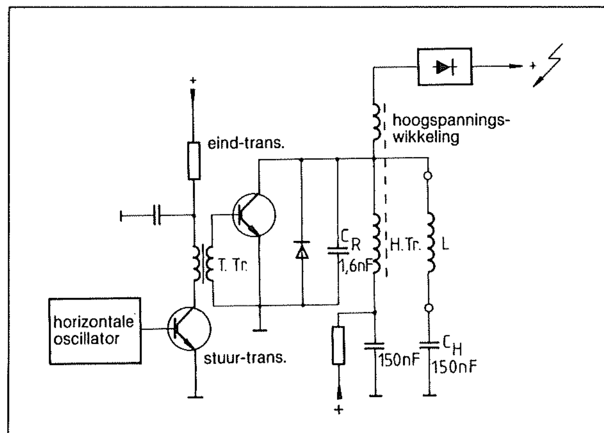
Figuur 5/3.2.6 -10:
Vijfde fase: terug bij het begin!

De terugslag-condensator is aanzienlijk kleiner dan C_H. Het op- en ontladen van dit onderdeel kost dan ook aanmerkelijk minder tijd dan dezelfde processen bij de beeldopbouw-fase. Omdat de lading identiek is, zal de kleinere condensator een veel hogere spanning opbouwen dan de grotere.
De spanning over de spoel mag gedurende de beeldvormende fase niet sinusvormig verlopen. Vandaar dat men de waarde van C_H zo kiest, dat de eigen frequentie van de resonantie-kring L-C_H veel lager is dan de lijnafbuig-frequentie. De spanning doorloopt dan slechts een klein

3.2 Functie en werking van de onderdelen van een kleuren-ontvanger

gedeelte van de sinus-periode en deze vorm komt aardig overeen met de noodzakelijke tangens-correctie.

De transistor die als elektronische schakelaar wordt gebruikt kan uiteraard slechts in één richting stroom geleiden. De stroom moet echter in beide richtingen door de schakelaar vloeien en vandaar dat men de transistor overbrugt met een diode. Vaak gebruikt men hiervoor de basis-kollector overgang van een transistor.
Hoogspannings-transistoren hebben lage stroomversterkingsfactoren. Er is dus een tamelijk grote basis-stroom noodzakelijk en deze wordt opgewekt door middel van een stuurtrap en een transformatortje (figuur 5/3.2.6 -11).



Figuur 5/3.2.6 -11:
De theorie in de praktijk gebracht

Hoe hoger de frequentie die aan een transformator wordt aangelegd, hoe kleiner de kern-massa moet zijn om toch een bepaalde hoeveelheid energie van de primaire naar de secundaire te transformeren. Nu heeft men in een moderne halfgeleider-televisie toch op diverse plaatsen vrij grote spanningen nodig, die bovendien ook nog eens flink grote stromen moeten leveren. Wat ligt er dan meer voor de hand dan de op 15,625 kHz werkende horizontale trap voor het genereren van deze hoge spanningen te gebruiken? Vandaar wordt, parallel over de afbuigspoel en de condensator C_H, een soort spaar-transformator H-Tr opgenomen, die niet alleen de noodzakelijke hoge spanningen voor de elektronische schakelingen levert, maar ook de extra hoge spanning van enige tientallen kV voor het naversnellen van de elektronen in de beeldbuis.
Bovendien kan men deze transformator van een extra wikkeling voorzien, waarlangs de noodzakelijke extra energie wordt aangevoerd om het trillings-proces op gang te houden.

3.2 Functie en werking van de onderdelen van een kleuren-ontvanger

5/3.3

Gereedschappen, meet- en test-apparatuur

Herstelwerkzaamheden aan audio- en video-apparaten vergen bepaalde speciale gereedschappen en meet-instrumenten, die in de volgende paragrafen in het kort worden besproken.

5/3.3.1 Universeelmeters

Het is absoluut noodzakelijk getransistoriseerde meters met een ingangs-weerstand van minstens 10 M-Ohm te gebruiken, zoniet kunnen grote meet-fouten ontstaan bij het meten aan hoogohmige testpunten. In principe kan men gebruik maken van analoge instrumenten, hoewel tegenwoordig het vaak net zo goedkoop is om een digitale universeelmeter aan te schaffen. Het instrument moet wissel- en gelijkspanningen in het gebied van 1 tot 1000 V kunnen meten, stromen tussen 1 mA en 1 A moeten zowel op gelijk- als op wisselstroombereiken goed afleesbaar zijn. Weerstanden moeten van 1 Ohm tot en met 10 M-Ohm te meten zijn. De bandbreedte voor het meten van wisselspanningen moet tot 20 kHz redelijk vlak verlopen. Geef eerder wat meer geld uit aan een goed beveiligd instrument, dan aan een minder goed beveiligde meter met meer mogelijkheden! Het apparaat moet in principe op alle bereiken tot 1000 V beveiligd zijn.

5/3.3.2 Regelbare scheidingstransformator

Hoewel zo'n transformator redelijk duur is en men vandaar niet snel tot aanschaf overgaat kunnen we eenieder, die regelmatig aan televisie-toestellen werkt, de aankoop van zo'n levens sparend apparaat ten zeerste aanraden! Een regelbare scheidingstrafo zorgt voor een galvanische scheiding tussen het net en het aangesloten apparaat en vrijwaart de gebruiker voor gevaarlijke schokken. Daarnaast kan men met een regelbare scheidingstrafo een wisselspanning tussen 0 en 240 V instellen, hetgeen zeer nuttig is om fouten die alleen bij netspanningsschommelingen aan het licht treden op te sporen. Let op het maximale vermogen! Een kleuren-ontvanger verbruikt enige honderden watt, een vermogen van 500 VA is dus niet te veel. Hoewel niet noodzakelijk, zijn twee draaispoelmeters voor de aflezing van de ingestelde spanning en de verbruikte stroom zeer handig.

5/3.3.3 Signaalvolgers

Niet dure, maar handige apparaatjes voor het opsporen van fouten in geluidsversterkers en AM- en/of FM-ontvangers! Met een signaalvolger kan men de weg die een signaal door de schakeling aflegt volgen en opsporen waar de fout ontstaat. Een goede signaalvolger is voor-

zien van een ingebouwde luidspreker, een ingangsverzwakker tussen 10 mV en 10 V, een HF-demodulator-kop en een metertje. De ingang moet bestand zijn tegen forse oversturing.

5/3.3.4 Oscilloscopen

Een eenvoudige enkelstraals uitvoering, met een bandbreedte tot 10 MHz, gelijkstroomkoppeling en externe triggering biedt alle mogelijkheden voor het opsporen van fouten in TV-apparaten en geluidsverwerkende apparatuur. Een dubbelstraals-apparaat is wel handig, maar niet noodzakelijk. Voor het opsporen van fouten in beeld-apparatuur is een TV-synchronisatie-knop noodzakelijk.

5/3.3.5 Testbeeld generatoren

Met een testbeeld generator kan men het signaal van een zender nabootsen, zodat men ook kan werken op die uren dat er geen testbeeld in de lucht is. De generator moet minstens een grijstrap (instellen van de wit-waarde), een raster (instellen van de convergentie) en een kleurbalkensignaal kunnen opwekken. Voor het instellen van de beeld-geometrie is een testbeeld met een grote cirkel erg nuttig. De uitgang moet omschakelbaar zijn tussen positief en negatief video-signaal, VHF- en UHF-modulatie. Als U ook video-recorders ter reparatie op de werkbank aangeboden krijgt, moet U bij de aanschaf van een testbeeld generator er op letten dat het apparaat de daarvoor noodzakelijke signalen kan leveren, wat niet bij alle typen het geval is.
Zelfs de goedkoopste testbeeld generator is toch nog vrij duur en als doe-het-zelver zal men niet snel tot de aanschaf van zo'n apparaat beslissen. Er bestaat echter een goedkoop alternatief: zelfs de simpelste hobby-computer (en die zijn al voor enige honderden guldens te koop!) heeft voldoende grafische mogelijkheden om testbeelden te programmeren. Met de PLOT, DRAW en CIRCLE-instructies kan men rasterbeelden en cirkels op het scherm zetten. Kleurbalken zijn ook geen probleem, maar omdat men de burst niet kan uitschakelen zal het wel enige inventiviteit kosten om een grijstrap op het scherm te zetten.

5/3.3.6 Gereedschappen

Schroevendraaiers, pincettes en tangen moeten goed geïsoleerde handvatten hebben. Schroevendraaiers met een houten handvat zijn uit den boze! Voor het afregelen van spoelen en condensator-trimmers zijn diverse afregel -sets in de handel. Vaak zitten dergelijke onderdelen op moeilijk te bereiken plaatsen. Hoe langer en flexibeler de steel van de sets, hoe gemakkelijker men er mee kan werken!

5/3.4

Fout zoeken: stap na stap!

Alvorens men een ter reparatie aangeboden TV-ontvanger open schroeft, moet men de zogenoemde schermbeeld diagnose uitvoeren. Na het aansluiten van de antenne of de testbeeld generator en het inschakelen van het apparaat gaat men na of alle functies, zoals beeldweergave, geluid, kanaal-kiezer en afstandsbediening goed werken. Aan de hand van deze diagnose kan men de aard van de fout vaststellen en daarmee ook het deel van de schakeling selecteren, waarin de fout gezocht moet worden. Enige vaak voorkomende fouten worden in de paragrafen 5/3.5 en 5/3.6 beschreven.

Andere, helaas ook vaak optredende fouten, zijn echter veel moeilijker te localiseren. Dat zijn fouten die slechts af en toe, of na een bepaalde bedrijfstijd, of zeer onregelmatig de goede werking van het apparaat verstoren. De ellende bij dit soort problemen is dat het slechts zin heeft de meetapparatuur aan te sluiten als de fout zich ook werkelijk voordoet. Bovendien komt het niet zelden voor dat de oorzaak van zo'n fout door het transport van het apparaat naar de werkbank of zelfs door het openen van de kast schijnbaar verdwijnt en het apparaat het weer een aantal weken goed doet. Vandaar dat men steeds wel overwogen te werk moet gaan, bij het transport het apparaat niet al te zeer door elkaar schudden, in ieder geval de beelddiagnose uitvoeren vóór het openschroeven van het toestel en zeker nooit als een gek op het apparaat gaan slaan en kloppen zodat eventuele slechte kontakten zichzelf herstellen en niet meer kunnen worden gelokaliseerd. De uitspraak "het meest gebruikte gereedschap is de rubber hamer" mag dan wel wijd verbreid zijn, voor een serieuze diagnostiek moet men toch wel iets subtieler te werk gaan!

Slechte soldeer-verbindingen zijn een van de meest voorkomende oorzaken van niet, of slechts af en toe, functionerende apparaten. Met de loupe en met veel geduld kan men haarfijne scheurtjes in de tin-laag rond de gesoldeerde draadjes opsporen. Let daarbij vooral ook op scheurtjes in de kopersporen van de printplaat in de omgeving van soldeerpunten! Vaak komen dergelijke fouten voor in de omgeving van onderdelen die flink warm worden, zoals belastingsweerstanden van voedingen, printsporen die door grote stromen worden doorlopen (aansluitingen van afbuigspoelen) of door middel van boutjes en moertjes tot stand gekomen verbindingen tussen een koperspoor en een onderdeel (koelplaten) of het chassis. Ontstaan in zo'n schroefverbinding slechte kontakten, dan kan het koper onder en rond de bout-kop verdampen door de in de kontakt-weer-

3.4 Fout-zoeken; Stap na stap!

stand opgewekte hitte en het kontakt verbreken. In sommige gevallen kan de print zelfs volledig verkolen door de hitte! In principe zou men ieder apparaat, ook als de fout ergens anders zit, toch op dit soort storingsbronnen moeten onderzoeken. Niets is meer frustrerend dan een door U gerepareerd apparaat binnen de kortste keren weer op de service-tafel terug te vinden.
Verbrande of beschadigde koper-banen moeten door middel van een keurig in de juiste vorm gebogen enkeladerig draadje worden overbrugd. Het simpelweg vertinnen van printsporen met haarscheurtjes of zelfs het aanleggen van "tinbruggen" kan dan wel tijdbesparend lijken, maar op de lange duur wreken dergelijke nep-oplossingen zich toch.

Als fouten eerst na een bepaalde bedrijfstijd optreden, dan kan men met stelligheid aan temperatuurs-oorzaken denken. Een föhn en een spuitbus "Kältespray" doen dan wonderen. Met het eerste kan men een gedeelte van de printplaat opwarmen, met het tweede bepaalde onderdelen snel afkoelen. Verdenkt men één enkel bepaald onderdeel, dan kan het aantippen met de punt van de soldeerbout net voldoende extra warmte toevoeren, zodat de fout aan het licht treedt en de dader zichzelf ontmaskert.

Slechte kontakten zijn berucht en zeer moeilijk op te sporen. Het voorzichtig met een rubber hamertje afkloppen van de print en de onderdelen is dan geboden. Oorzaken van slechte kontakten: de reeds genoemde verouderde soldeer-verbindingen, haarscheurtjes in print-sporen, fabrikage-fouten van onderdelen waardoor intern slechte verbindingen ontstaan.

De netspanning kan van wijk tot wijk wel 15 V variëren. Met behulp van een regelbare trafo kan men de voedingsspanning van het apparaat instellen tussen 198 en 242 V (netspanning +/− 10%) en de werking van stabilisatie-schakelingen kontroleren.

3.4 Fout zoeken: stap na stap!

5.3.4.1 Fouten zoeken met de signaal-volger

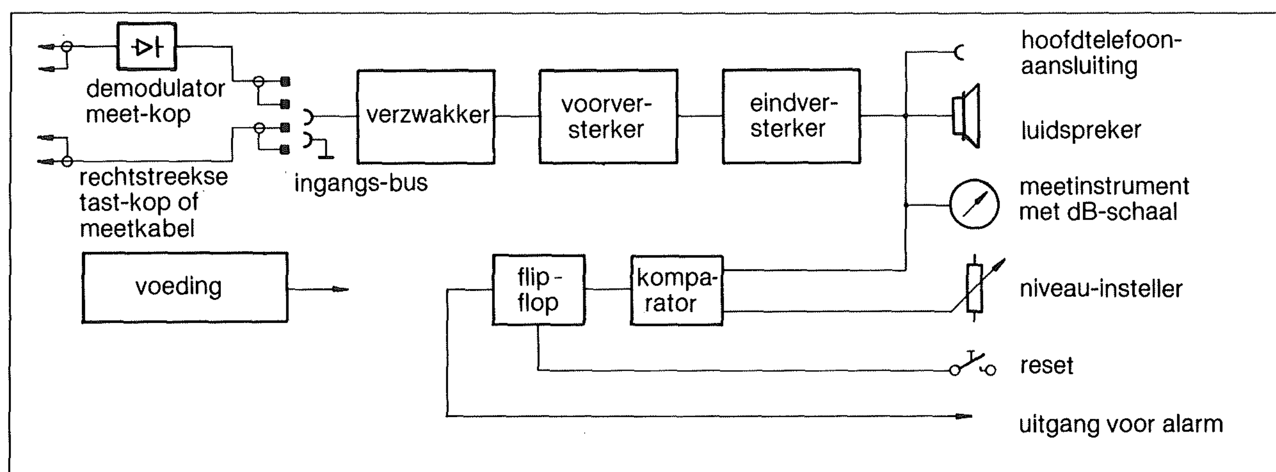
De signaal-volger is een klein, handig en niet duur apparaat waarmee men zowel versterkers, ontvangers, voedingen maar ook televisie-toestellen kan repareren.
In de meeste gevallen is de signaal-zoeker zelfs een volwaardige vervanger van de vele malen duurdere oscilloscoop en vaak is het zelfs zo dat men met een tracer (want zo heet het apparaat in technische taal) veel eerder de oorzaak van een storing opspoort dan met de scoop.

De blokschematische opbouw van een signaal-zoeker

Optimaal werken met de tracer is alleen maar mogelijk als we weten hoe het apparaat functioneert en wat er allemaal in zit. Vandaar dat we in dit eerste hoofdstuk ingaan op de interne opbouw van de signaal-zoeker.
Het meest algemene en complete blokschema (niet alle apparaten zullen over al de getekende functies beschikken!) van een signaal-tracer is getekend in figuur 5/3.4.1 -1.

Het van het te onderzoeken apparaat afgetakte signaal wordt met behulp van een afgeschermde kabel (voorzien van test-pen, stekers of krokodil-klemmen) aangeboden aan de ingang van de tester. In de meeste gevallen kan men ook een zogenoemde demodulator-meetkop aansluiten, zodat men het apparaat ook in HF-schakelingen kan gebruiken. Een demodulator-kop is opgebouwd uit een klein metalen in de hand te houden kastje, voorzien van een meet-pen en uitgerust met een eenvoudige detector-schakeling die het hoogfrequente signaal gelijkricht en de laagfrequent informatie aan de signaal-volger aanbiedt.

Het is de bedoeling dat men zowel zeer kleine signalen (bijvoorbeeld afkomstig van een microfoon) als ook zeer grote signalen (bijvoorbeeld het volle vermogen luidspreker-signaal) kan meten. Vandaar dat de ingang van de signaal-volger is voorzien van een hoog-ohmige spanningsdeler. Meestal heeft deze een in dB geijkte verzwakkings-factor, maar systemen waarbij men uitgaat van de bij oscilloscopen gebruikte 1, 2 en 5 verhou-



Figuur 5/3.4.1 -1: Het blok-schema van een uitgebreide) signaalvolger

3.4 Fout zoeken: stap na stap!

ding zijn ook in zwang. De op de deler volgende voorversterker heeft een hoge ingangs-impedantie en versterkt het door de verzwakker verzwakte ingangs-signaal. De vermogen-versterker levert het noodzakelijke vermogen voor het sturen van de ingebouwde luidspreker.

Naast de luidspreker hebben goede signaal-volgers een metertje, waarop men het niveau van het gemeten signaal kan aflezen. Zeker voor afregel-werkzaamheden in recorders (het instellen van de koppen) is dit een onmisbaar attribuut! De meeste apparaten hebben een meter met een in dB geijkte schaal. Het volstaat dan de aanwijzing van de meter op te tellen bij de dB-verzwakking van de ingangs-deler om de totale dB-waarde van het aan de ingang aangeboden signaal te achterhalen.

De voeding levert de interne bedrijfsspanningen. Er worden zowel apparaten met net-voeding als apparaten met batterijen aangeboden. Deze laatste bieden het voordeel van een volledige scheiding van de 50 Hz net-spanning en zijn dan ook veel minder gevoelig voor beïnvloeding door 50 en 100 Hz bromsignalen. Zeker als men vaak meet in gevoelige schakelingen valt de aankoop van een batterij-gevoed apparaat te overwegen! Sommige netgevoede apparaten hebben een uitgang, waarop een al dan niet regelbare gelijk-spanning, afgetakt van de interne voeding, ter beschikking staat voor het voeden van de te testen schakeling. Hoewel dit in eerste instantie een zinvolle aanvulling lijkt, moet men de praktische bruikbaarheid niet overschatten. Meestal is die voedings-uitgang niet in staat meer dan enige tientallen mA te leveren!

Naast de algemeen voorkomende functies die we tot nu toe beschreven hebben, bieden een aantal apparaten nuttige extra's. Zo kan men bijvoorbeeld door middel van het verdraaien van een potentiometer het omslag-punt van een comparator instellen. Deze vergelijkt de ingestelde spannings-waarde met de gelijkgerichte meetspanning. Daalt nu deze meet-spanning onder de ingestelde waarde, dan triggert de comparator een flip-flop en deze stuurt een acoustisch alarm, dat door middel van een drukknop kan worden uitgeschakeld. Met deze functie kan men slechts af en toe optredende fouten opsporen. Het te onderzoeken apparaat (bijvoorbeeld een versterker) wordt gestuurd met een constant ingangs-signaal en de uitgang van de schakeling gaat naar de ingang van de signaal-volger. Men stelt nu de drempel van de comparator zo in, dat de zoemer net niet aanspreekt. Treedt de intermitterende fout op, dan zal de spanning op de uitgang van de versterker in de meeste gevallen naar nul gaan of in ieder geval zo veranderen dat de comparator omklapt en het acoustische alarm wordt bekrachtigd. Men weet nu dat die vervelende fout zich (uiteindelijk) dan toch heeft geopenbaard en kan aan de slag!

Enige typische klusjes voor de signaal-volger

Het onderzoeken van signaal-bronnen

Microfoons, platendraaier-elementen, uitgangs-pluggen van tuners en versterkers moeten vaak worden getest op zowel functie als aansluit-code van de stekers. De signaal-volger is, dank zij de ingebouwde luidspreker, een ideaal instru-

ment voor dat soort klussen. Signaal-volger aansluiten op twee contacten van de steker van een microfoon, even op het kapsel tikken en de luidspreker verklapt meteen of de goede contacten zijn ontdekt.

Het opsporen van stoor-bronnen

Door slechte of verouderde massa-verbindingen, massa-lussen en overbelaste voedingen ontstaan vaak brom-geluiden in geluidsweergave-systemen. De signaal-volger is een ideaal hulpmiddel voor het snel lokaliseren van de oorzaak. Het volstaat de in- en de uitgangen van de diverse trappen af te luisteren op de ingebouwde luidspreker en het punt waar de brom voor het eerst optreedt is binnen de kortste tijden gevonden!

Opsporen van vervormingen

De oorzaak van een plotseling optredende vervorming kan zowel in de voorversterker schuilen als in de eindversterker of toonregeling. Ook hier kan men door het aftasten van alle belangrijke punten in de signaal-weg de bron van de vervorming snel opsporen. Is eenmaal de foute schakeling gelokaliseerd, dan volstaan meestal enige gelijkspannings-metingen om het foute onderdeel te detecteren.

3.4 Fout zoeken: stap na stap!

5/3.5

Enige vaak voorkomende fouten bij zwart-wit ontvangers

Er bestaat een logische samenhang tussen de aard van de afwijking en de mogelijke oorzaken. Met onderstaande voorbeelden kan men aan de hand van de schermbeeld-diagnose de fout lokaliseren. De onderdelen-codering verwijst naar het schema van paragraaf 5/3.10 1.

Geen beeld, geen geluid

te onderzoeken blokken: voeding, horizontale afbuiging
mogelijke oorzaken: D110-114, TS110-113, TS410, TS450

Geen beeld, wel geluid

te onderzoeken blokken: beeldbuis-schakeling, video-versterker, horizontale afbuiging
mogelijke oorzaken: TS560, R564, R572, R570

Wel beeld, geen geluid

te onderzoeken blokken: geluids-middenfrequentversterker, -demodulator, -eindversterker
mogelijke oorzaken: IC310, TS111, TS112, TS113

Ruis in beeld en geluid, geen zender-ontvangst

te onderzoeken blokken: tuners, kanaalselectie
mogelijke oorzaken: U150, U104, IC155

Geen beeld en geluid, zacht ruisen

te onderzoeken blokken: beeld-middenfrequentversterker, -demodulator, automatische versterkingsregeling
mogelijke oorzaken: TS366, TS351, TS217

Beeld-afmetingen afhankelijk van helderheid

te onderzoeken blokken: hoogspanningsgenerator
mogelijke oorzaken: T450, hoogspannings-diode

Kanaal-instelling verloopt

te onderzoeken blokken: tuners, kanaalinstelling
mogelijke oorzaken: U150, IC155, C155

Geen synchronisatie (lopen van het beeld)

te onderzoeken blokken: sync-scheider
mogelijke oorzaken: TS370

Te kleine beeldhoogte

te onderzoeken blokken: vertikale afbuiging
mogelijke oorzaken: C527, TS 520

5/3.6

Enige vaak voorkomende fouten bij kleuren-ontvangers

In deze paragraaf richten wij onze aandacht op fouten in het kleuren-deel van het apparaat. De in de vorige paragraaf besproken fouten kunnen net zo goed bij kleuren-ontvangers optreden, maar worden hier niet meer behandeld. De onderdelen-codering verwijst naar het schema van 5/3.10.2.

Een goede beeldscherm-diagnose is alleen mogelijk na het uitvoeren van de in de service-handleiding van het apparaat beschreven procédure voor het uitschakelen van de "color-killer".

Kussenvervorming

te onderzoeken blokken: kussenvervormings-compensatie
mogelijke oorzaken: T426, T420, T421

Ook bij een z/w-beeld ontbreekt een kleur

te onderzoeken blokken: beeldbuis-sturing, beeldbuis
mogelijke oorzaken: D305, R165, R151, R146, R461 (dit zijn de onderdelen voor rood, voor andere kleuren de identieke componenten in de groen- en blauw-blokken)

Zwart-wit beeld in orde, maar geen kleur

te onderzoeken blokken: kleur-versterker, -demodulator, -hulpdraaggolf-oscillator
mogelijke oorzaken: U260, U275, U270, U280

Zwart-wit beeld in orde, één kleur ontbreekt

te onderzoeken blokken: kleur-verschil-versterker, synchroon-demodulatoren
mogelijke oorzaken: U280, T305, T310, T320

Gekleurde strepen over het scherm

te onderzoeken blokken: kleur-hulpdraaggolfocillator (synchroniseert niet)
mogelijke oorzaken: U260, U270

Kleur varieert van lijn tot lijn

te onderzoeken blokken: looptijd-demodulator, PAL-schakelaar
mogelijke oorzaken: U260, U270, U275

Wel kleur, maar geen zwart-wit beeld

te onderzoeken blokken: Y-versterker
mogelijke oorzaken: U260, U275

5/3.7

En dit laten we aan de vakman over!

Vooral bij televisie-toestellen zijn er enige werkzaamheden die we beter aan de vakman kunnen overlaten, bijvoorbeeld omdat er dure meet-apparatuur voor nodig is of omdat we er zonder ervaring beter niet aan beginnen.

Het zélf afregelen van middenfrequent-versterkers, kleur-versterker en kleur-demodulatoren zijn typische klussen die zonder speciale apparatuur en veel ervaring gedoemd zijn te mislukken. Sterker nog, op goed geluk aan trimmers en spoel-kernen draaien doet meer kwaad dan goed en service-werkplaatsen berekenen extra hoge kosten als ze merken dat er in de apparatuur is geknoeid! Tuners zijn ook typische onderdelen waar we het best met onze handen af blijven. Zelfs het verbuigen van een aansluitdraad van een onderdeel kan de goede werking van deze hoogfrequent-schakelingen in de war sturen.

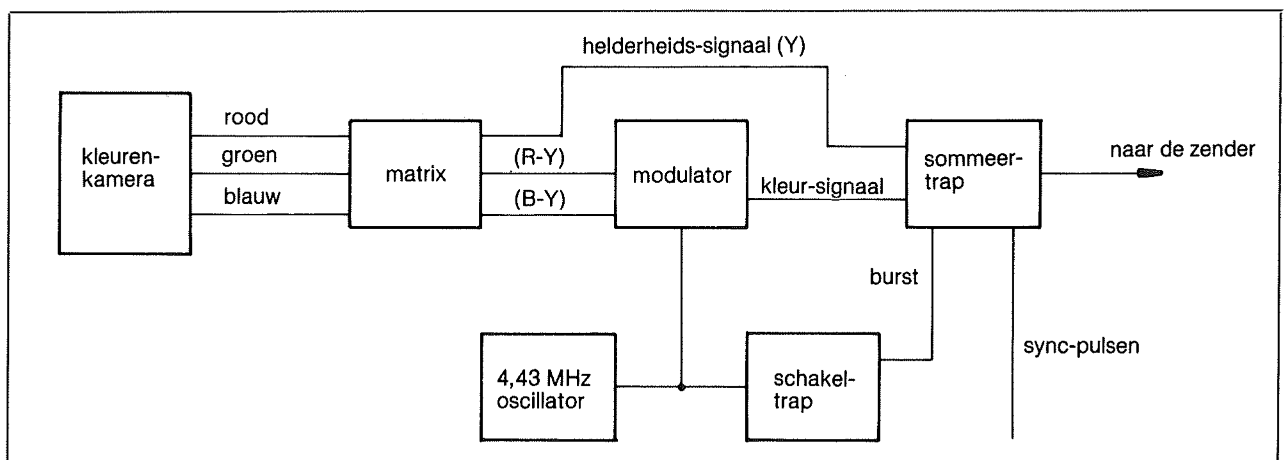
Een andere klus die we ook niet zelf doen is het vervangen van een beeldbuis. Niet alleen is het niet eenvoudig alle magneetjes, die rond de hals van de buis zijn opgenomen en die de beeld-geometrie bepalen, af te regelen maar dodelijke ongelukken zijn zeker niet uit te sluiten! In onervaren handen is een beeldbuis een op scherp staande granaat en het zou niet de eerste keer zijn dat zo'n onderdeel in iemands handen uit elkaar spat!

Wij raden iedereen ten stelligste af de boven omschreven werkzaamheden zelf uit te voeren. Voor de rest moet de lezer zelf beslissen waar hij (of zij) zich wel of niet toe in staat acht. Maar let wel: het zomaar aan instelpunten gaan draaien kan hoge reparatie-kosten tot gevolg hebben! Ook het op goed geluk uitsolderen en vervangen van onderdelen is zinloos. Niet alleen kan men de printplaat beschadigen, maar de kans dat schakelingen stuk gaan is niet denkbeeldig.
Bezin dus, eer U begint! En ga nooit in een apparaat sleutelen zonder de werking van het geheel minstens in grote lijnen te begrijpen.

5/3.8

De verschillende kleuren-systemen

Politieke en economische motieven hebben er toe geleid dat er geen wereld-standaard voor het uitzenden van kleuren-TV tot stand is gekomen. De diverse kontinenten, maar zelfs buurlanden gebruiken zeer afwijkende standaarden. Er bestaan tussen deze standaarden grote verschillen: niet alleen in het aantal lijnen waaruit een beeld is samengesteld, maar ook in beeld-frequentie, geluidsmodulatie, frequentie-gebieden, afstand tussen de kanalen en het soort kleurmodulatie. Bovendien biedt niet iedere kleur-standaard dezelfde kwaliteit. Het amerikaanse NTSC-systeem is het eerst ontwikkeld en de ontwerpers hebben dus niet kunnen putten uit de stormachtige ontwikkelingen van de elektronica, zoals hun duitse of franse kollega's dat wel konden.
In de volgende paragrafen worden de drie standaarden in het kort beschreven.



Figuur 5/3.8.1 -1: Het ontstaan van de diverse signalen bij het NTSC-systeem

5/3.8.1 NTSC-systeem

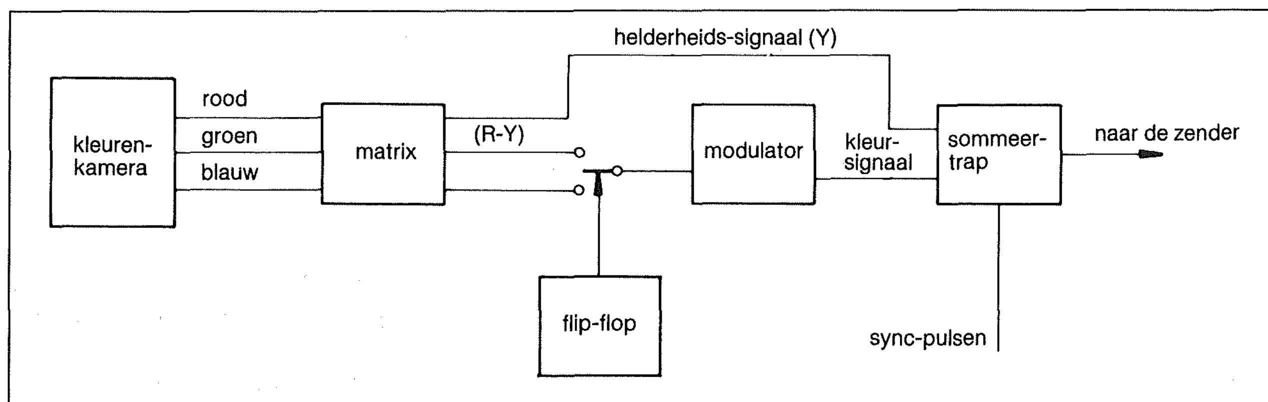
NTSC staat voor "National Television System Committee". Een samenwerking tussen de diverse grote amerikaanse elektronische concerns heeft tot deze standaard geleid, die in 1953 in Amerika werd ingevoerd. Alle later ontwikkelde europese systemen zijn verbeteringen van de originele NTSC-norm. De basisprincipes zijn reeds in paragraaf 5/3.2.3 beschreven.

Het R-G-B-signaal uit de kamera wordt door optelling en aftrekking in een matrix omgezet in de Y-informatie en de kleurverschilsignalen R—Y en B—Y. Deze worden op een hulpdraaggolf gemoduleerd (4,433 MHz) volgens het principe van de quadratuur-modulatie en aan een sommeer-schakeling aangeboden. Deze schakeling wordt bovendien gestuurd met het helderheids-signaal Y, de horizontale en vertikale synchronisatie-pulsen en de voor het synchroniseren van de hulpdraaggolf-oscillator noodzakelijke burst-perioden. Het gemengde signaal wordt aangeboden aan de zender. Zoals bij iedere uitstraling van elektromagnetische golven kunnen tussen de zender en de ontvanger fase-verschuivingen ontstaan, bijvoorbeeld door reflektie tegen sommige ionosfeer-lagen, gebouwen of vliegtuigen. Deze hebben invloed op de kleur-zuiverheid. Het NTSC-systeem heeft geen ingebouwde fase-korrectie en dit is dan ook het grote bezwaar van de amerikaanse standaard: vaak zeer grote kleurafwijkingen, die de kwaliteit van het ontvangen beeld verminderen. Weliswaar heeft iedere NTSC-ontvanger een instelling voor het met de hand opheffen van de fase-fouten, maar deze regelaar moet meestal diverse keren per avond opnieuw worden afgeregeld.

5/3.8.2 SECAM-systeem

SECAM is de afkorting van "Sequentiel a Memoire", wat in het Nederlands zoveel betekent als "na elkaar overdragen met geheugen-functie". Dit systeem werd door de franse fysicus Henry de France ontwikkeld met als basis de NTSC-standaard.

Uit de drie kamera-signalen R, G en B worden door middel van een matrix de gebruikelijke Y-, R—Y- en B—Y-signalen geproduceerd. De twee laatstgenoemde signalen gaan nu echter naar een elektronische omschakelaar, die wordt gestuurd uit de lijn-flip-flop. Deze schakeling stuurt de schakelaar na iedere lijn naar de andere stand. Iedere lijn bevat zodoende slechts één kleur-signaal, ofwel R—Y ofwel B—Y. Aan de ontvangerzijde wordt de kleur-informatie van een lijn opgeslagen in een geheugen (vertragingslijn) en nadien samen met de andere kleur-informatie van de volgende lijn verwerkt. Het grote voordeel van dit



Figuur 5/3.8.2 -1: Signaal-loop bij de SECAM-standaard

principe is dat men de bij het NTSC-systeem noodzakelijke gecompliceerde quadratuurmodulatie-schakelingen uitspaart en bijgevolg ook geen hinder heeft van fase-afwijkingen. La France had zijn systeem uitgerust met amplitude-gemoduleerde kleur-informatie. Toen echter bleek dat hierdoor beeldfouten ontstonden, veroorzaakt door amplitude-afwijkingen van het ontvangen signaal, werd het systeem uitgerust met frequentiemodulatie en SECAM-II gedoopt. De kleurweergave van dit gemodificeerde systeem is uitstekend.

5/3.8.3 PAL-systeem

PAL staat voor "Phase Alternation Line", oftewel fase omschakelen na iedere lijn. Deze in Nederland en België gebruikte standaard werd ontwikkeld door de duitse ingenieur Walter Bruch en werd door de duitse industrie als europese standaard voorgedragen. Het politieke klimaat was echter op dat moment niet zo geschikt voor dit soort voorstellen en vandaar dat PAL slechts door ongeveer de helft van de europese naties is geadopteerd.

Ook PAL is in principe niets meer dan een verbetering van het NTSC-systeem. Voor een gedetailleerde bespreking wordt verwezen naar paragraaf 5/3.2.3.

5/3.9

Instellen en afregelen

Bij een volgens de regels van de kunst uitgevoerde reparatie behoort eveneens het opnieuw afregelen van het gehele toestel. Beschouw dat als een soort algemeen lichamelijk onderzoek na een zware operatie! Het afregelen van een apparaat houdt in dat we, aan de hand van de service-dokumentatie, alle bedrijfsspanningen opmeten en desgewenst opnieuw instellen. Deze werkzaamheden worden uitgevoerd bij een netspanning van precies 220 V en na minstens een half uur opwarmen van het apparaat. Alvorens men aan het werk kan gaan, moet eerst de door de fabrikant geleverde technische handleiding goed worden gelezen. Voor het afregelen van spoelen moeten we de voorgeschreven gereedschappen gebruiken: fijne schroevendraaiers uit niet magnetisch materiaal. Ferro-magnetische schroevendraaiers beïnvloeden het magnetische veld rondom de spoel en bij het verwijderen van zo'n gereedschap zal men vaststellen dat de moeizaam ingestelde waarde opeens weer verloopt. De kernen van spoelen zijn opgebouwd uit ferriet: een materiaal dat tamelijk snel breekt. Gebruik dus alleen passende instrumenten!

5/3.9.1 Voedingen

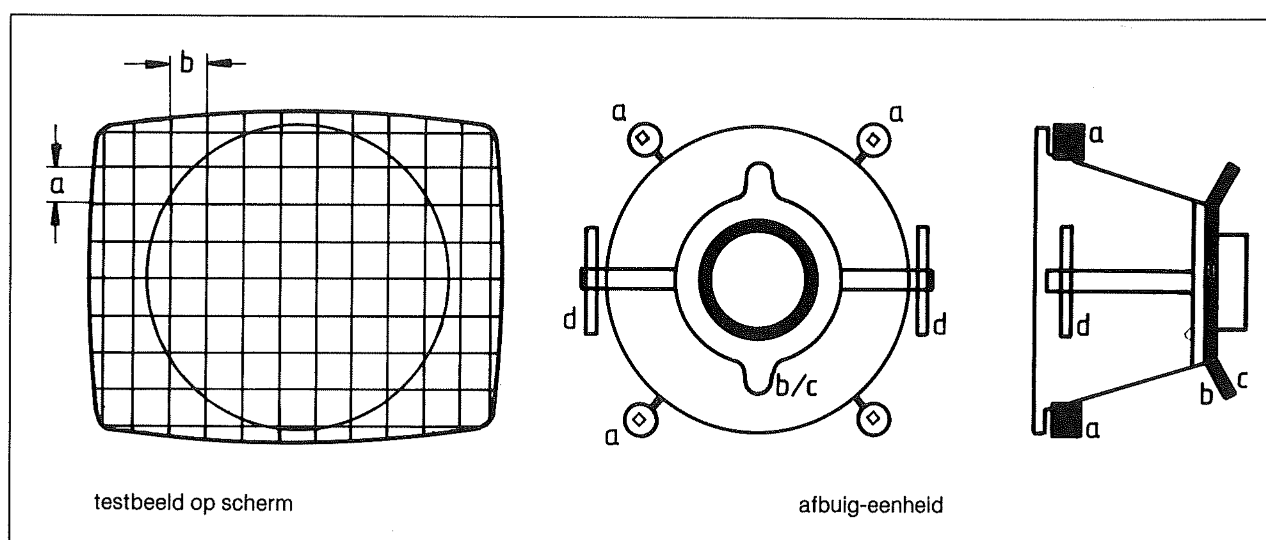
De meeste zwart-wit en kleuren-ontvangers hebben een ingebouwde gestabiliseerde voeding. De uitgangs-spanningen van deze voeding moeten eerst opgemeten worden en desnoods opnieuw ingesteld op de aangegeven waarde.
Draai niet zomaar aan de instelpotentiometer. Een draai in de verkeerde richting kan een plotse stijging van de uitgangsspanning tot gevolg hebben en er zijn een aantal gevoelige onderdelen, zoals geïntegreerde schakelingen, die het verhogen van de voedingsspanning waarschijnlijk niet overleven! Als een voeding over meer dan één afregel-orgaan beschikt is het noodzakelijk de regelingen meerdere keren te herhalen, omdat het mogelijk is dat iedere regeling invloed heeft op het resultaat van een andere.

5/3.9.2 Beeld-geometrie bij zwart-wit ontvangers

Zonder testbeeld, opgebouwd uit een horizontaal en vertikaal lijnenpatroon moeten we hier niet aan beginnen! Een testbeeld met bovendien in het midden een grote cirkel is erg handig.

Met de regelaar voor de beeldlineariteit worden de onderlinge afstanden tussen de horizontale lijnen van het patroon aan elkaar gelijk gemaakt. De hoogte van het beeld wordt zo ingesteld, dat de onderste en bovenste begrenzingen van het testbeeld net niet meer zichtbaar zijn. Nadien kan het beeld worden gecentreerd

met behulp van de twee magnetische ringen b en c. Deze worden in tegengestelde richting verdraaid tot het middelpunt van de testbeeld-cirkel zich precies in het middelpunt van het scherm bevindt. De eventueel aanwezige kussenvervorming (rechte lijnen worden enigszins gebogen weergegeven) wordt gekompenseerd met behulp van de vaste magneten a en d. Nadien kan men met de lineariteits-regelaar van de lijnen de afstanden tussen de vertikale lijnen van het beeld gelijk maken. Tot slot moet men met behulp van de beeldbreedte-instelling de linker en rechter beeldbegrenzing afregelen.



Figuur 5/3.9.2 -1: Geometrie-instellingen rond de hals van de zwart-wit beeldbuis

5/3.9.3 Beeld-geometrie bij kleuren-ontvangers

Het afregelen van de beeldhoogte, beeldlineariteit, afstand tussen de lijnen van het testbeeld en lijnen-lineariteit gaat net zoals beschreven bij de zwart-wit ontvanger.

De magneetringen rond de beeldbuis zorgen bij een kleuren-ontvanger echter voor het instellen van de kleur-zuiverheid. Deze magneten zijn zonder ervaring niet zo gemakkelijk in te stellen maar dat is in principe ook niet nodig, omdat deze afregeling alleen aan de orde komt als er een nieuwe beeldbuis in een ontvanger wordt ingeplant. Vandaar: afblijven! De horizontale en vertikale beeld-centrering is afhankelijk van de instelling van de instel-elementen in beide afbuig-trappen. Het compenseren van kussenvervorming is bij kleur veel ingewikkelder dan bij zwart-wit. Daarvoor zijn zelfs speciale schakelingen ingebouwd, de zogenoemde noord-zuid en oost-west kussenvervormings-compensatoren. De eerste verwijdert eventuele vervorming in het onderste en bovenste gedeelte van het scherm, de tweede neemt vervorming aan de linker en rechter randen voor haar rekening. Bij sommige modellen heeft iedere compensator twee of zelfs meer afregel-elementen!

3.9 Instellen en afregelen

5/3.9.4 Instellen van de scherpte van het beeld

In feite komt het instellen van de beeldscherpte neer op het afregelen van de brandpunts-afstand van een elektrische lens, ingebouwd in de beeldbuis. Door het variëren van de spanning op de focusseer-elektrode kan men de mate van bundeling van de uit het kanon tredende elektronen regelen. De grootste scherpte ontstaat, als de elektronen divergeren naar een punt op de gevoelige laag van het scherm. In principe zouden de elektronen dan een mooie, ronde punt op het scherm moeten tekenen, maar in de praktijk is dat jammer genoeg niet het geval. Er ontstaat een soort ellips, zodat men ofwel de horizontale ofwel de vertikale beeldscherpte op maximaal kan regelen, maar nooit alle twee tezelfdertijd. Bovendien is de scherpte afhankelijk van de plaats waar de elektronen het scherm treffen. Stelt men de scherpte op maximaal in het midden van het beeld in, dan zal men vaststellen dat aan de randen van het scherm een zeer wazig beeld ontstaat. Men moet dus een compromis zien te vinden, een bepaalde afregeling die over het volledige schermoppervlak een redelijk scherpe beeld-punt oplevert.

5/3.9.5 Afregelen van de wit- en zwart-waarden bij kleuren-ontvangers

Deze regeling moet er voor zorgen, dat een kleuren-ontvanger bij alle mogelijke helderheden (dus bij alle grijswaarden tussen wit en zwart) een zwart-wit beeld zonder kleurzweem op het scherm projekteert.
Men moet de drie kleur-versterkers aanpassen aan de karakteristieken van de drie elektronen-kanonnen van de beeldbuis. Per kleur moet men twee afregelelementen instellen, namelijk een die de onderste punt van de karakteristiek (de zwart-waarde) en een die de bovenste punt van de karakteristiek (de wit-waarde) bepaalt. Zonder testbeeld-generator die een grijs-trap levert, moet men niet aan deze instelling beginnen. Zowat alle in de handel zijnde ontvangers hebben een service-schakelaar, waarmee men de vertikale afbuiging kan uitschakelen en de elektronen-stroom van de drie kanonnen op een minimale waarde kan begrenzen. Men kan dan het onderste punt van de beeldbuis-karakteristieken met de drie zwart-waarde instel-elementen afregelen. Het is de bedoeling dat op het scherm een zwakke witte streep ontstaat. Nadien zet men de genoemde service-schakelaar (bij sommige toestellen moet men enige draadbruggetjes ompluggen) in de normale bedrijfs-stand en voert een testbeeld met een grijstrap toe. De kontrast- en intensiteitsknoppen stelt men zo in dat de donkerste trap van de grijstrap zwart is en de helderste trap het beeld niet overstuurt. Men verdraait de wit-waarde regelaars totdat alle kleur-zweem uit het beeld is verdwenen. Beide afregelingen beïnvloeden elkaar, men moet de procedure dus een aantal malen herhalen.

5/3.10

Enige schema's als voorbeeld

5/3.10.1 Schema van een zwart-wit ontvanger

Het in deze paragraaf als voorbeeld behandelde apparaat is een zwart-wit ontvanger voor net- en batterij-voeding, uitgerust met voorkeurszender-instelling en voorzien van een getransistoriseerde horizontale afbuiging. De diverse blokken van het blokschema zijn gescheiden door middel van rode kaders.

De voeding (blok 1) is opgebouwd uit een stabilisatie-schakeling met serie-regeling (TS110-TS112), die ofwel uit de batterij-aansluiting ofwel uit de nettransformator wordt gevoed. De trafo-spanning wordt gelijkgericht door middel van de dioden D110 tot en met D114 en afgevlakt met condensator C112. De voeding levert twee spanningen van respectievelijk +10,8 en +11,3 V. De overige voedingsspanningen +26A, B, +95 en +350 worden door de horizontale afbuiging gegenereerd.

Blok 3 ontvangt het antenne-signaal, splitst het in het scheidingsfilter U154 en voert de UHF- en VHF-signalen afzonderlijk naar de gecombineerde tuner U150. De kanaalkeuze wordt door middel van capaciteits-dioden uitgevoerd, de afstemspanning wordt via de druktoetscombinatie U104 aan de dioden aangeboden. In blok 4 zijn de beeld-middenfrequentversterkers (TS217, 228 en 240) en de video-demodulator ondergebracht.

De geïntegreerde schakeling IC301 in blok 2 zorgt zowel voor de geluids-middenfrequent versterking als voor begrenzing en demodulatie. De transistoren T311-T313 vormen de geluidseindversterker die de luidspreker stuurt.

In blok 5 wordt de kathode van de beeldbuis gestuurd uit de videoversterker en de whenelt-elektrode door de helderheidspotentiometer. Transistor TS565 is verantwoordelijk voor het onderdrukken van de elektronenstraal gedurende de terugslag.

De sync-scheider TS370 (blok 6) scheidt de horizontale en vertikale synchronisatie-impulsen. De horizontale oscillator, opgebouwd uit TS390 en TS391 wordt door transistor TS380 gesynchroniseerd. De eindtrap rond TS450 en D450 wekt de afbuigstroom door de spoel U102 op. De horizontale transformator U102 is verantwoordelijk voor het genereren van de hogergenoemde voedingsspanningen.

De vertikale afbuiging (blok 8) stuurt via de eindversterker TS521-TS523 de afbuigspoel U102. De beeld-oscillator is opgebouwd rond de halfgeleiders TS509, 515 en 505.

3.10 Enige schema's als voorbeeld

5/3.10.2 Schema van een kleuren-ontvanger

Het besproken apparaat is uitgerust met een 66 cm beeldbuis van het in-line type, met een getransistoriseerde afbuiging, een geschakelde voeding en met een verschilversterker voor het aansturen van de beeldbuis. De diverse blokken zijn door middel van gekleurde rasters van elkaar gescheiden.

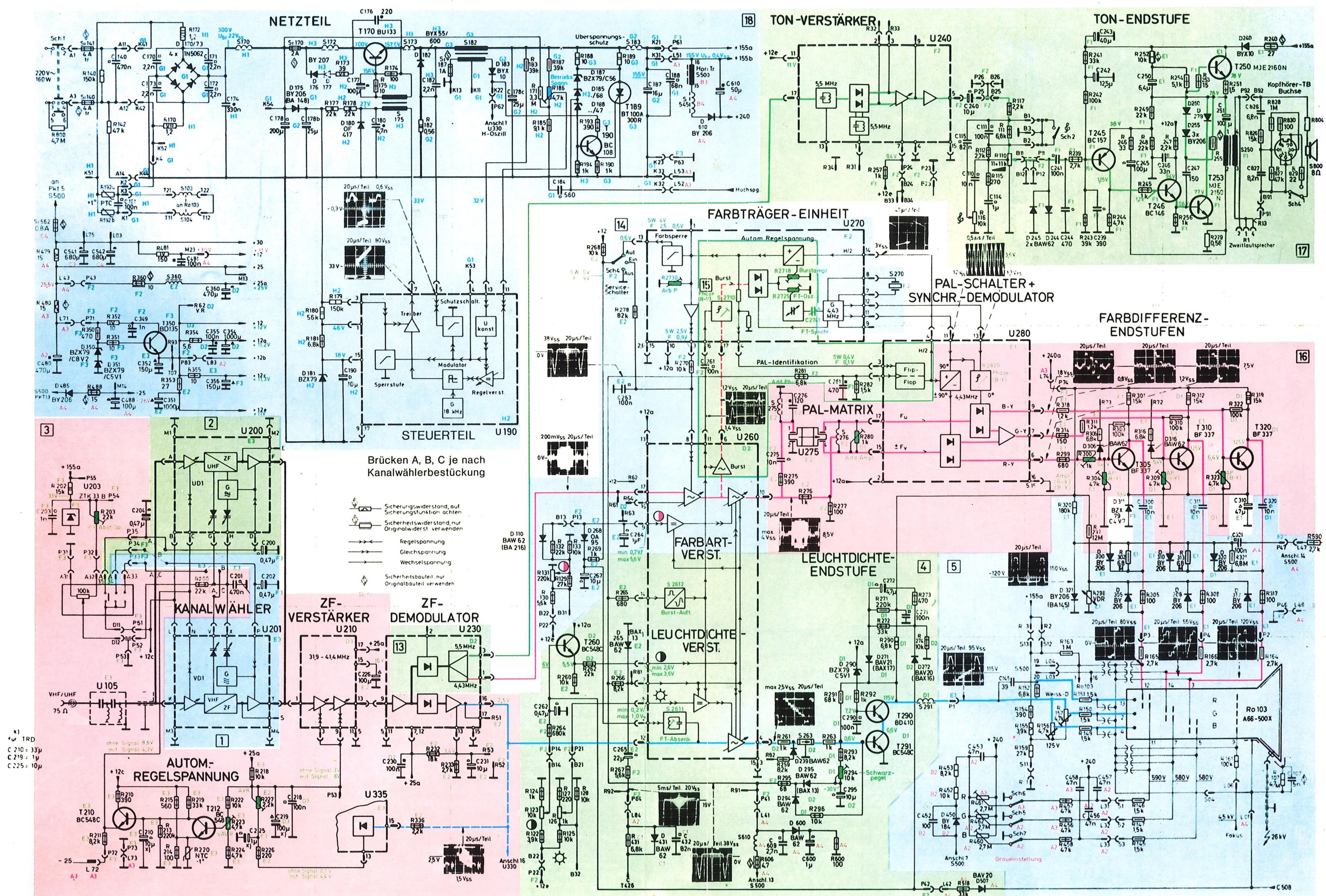
De netspanning wordt gelijkgericht met diode G1 en afgevlakt door condensator C178. De voedingsspanning +155 komt uit de geschakelde voeding rond U190 en T170. Transistor T89 is een overbelastings-beveiliging en spreekt aan als de straalstroom van de beeldbuis een bepaalde waarde overschrijdt. Alle overige voedingsspanningen komen uit de horizontale afbuiging.

De twee tuners U200 en U201 worden zoals gebruikelijk afgestemd met varicap-dioden, die hun stuurspanning uit de afstem-eenheid en stabilisatie U203 betrekken. U210 (middenfrequent-versterker) en U230 (demodulator) leveren het geluids-MF-signaal, de kleur-informatie en het video-signaal. De automatische versterkings-regeling wordt verzorgd door U335, T212 en T210. De volledige geluidsverwerking (MF-versterking, begrenzing en demodulatie) wordt toevertrouwd aan U240. De eind-versterker rond T245, T246, T250 en T253 is zeer klassiek van opbouw.

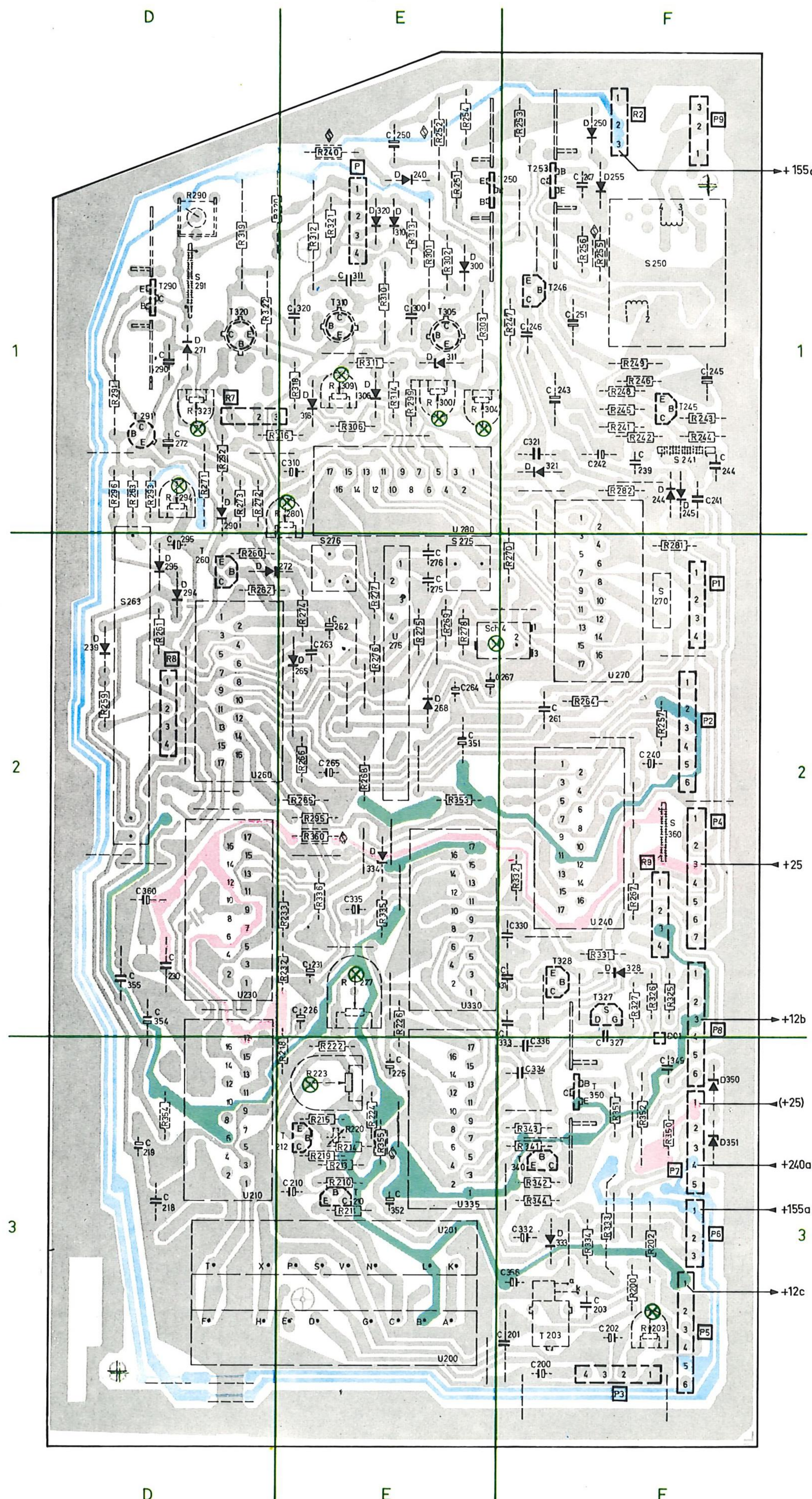
Het helderheids-signaal Y wordt via U260, vertragings-lijn S263 en versterker T290-291 aangeboden aan de kathode van de beeldbuis. De helderheids- en kontrast-instelling vindt men ook in dit gedeelte terug (U260).

De automatisch geregelde kleur-versterker die ook in module U260 verborgen zit, levert het kleur-signaal aan de demodulator die is uitgerust met een vertragingslijn U275 en synchroon-demodulator U280. Het kristal S270 levert de stabiele frequentie voor de draaggolf-oscillator voor de kleur-demodulatie. In module U270 zit bovendien alle nodige elektronica voor het synchroniseren van de draaggolf met de burst. Schakelaar Sch4 is de "collor-killer", nuttig bij reparaties. Na versterking met T305, 310 en 320 worden de kleur-signalen aan de stuurroosters van de beeldbuis aangeboden. Het optellen en aftrekken van de kleur-signalen en het Y-signaal gebeurt bij dit apparaat in de beeldbuis zélf.

Horizontale en vertikale afbuigschakelingen zijn identiek aan die besproken bij het zwart-wit apparaat en worden niet opnieuw behandeld. De transistoren T426, 420 en 421 verzorgen de kussen-vervormings-compensatie en de beeldbreedte-regeling.


NETZTEIL
TON-VERSTÄRKER
TON-ENDSTUFE
FARBTRÄGER-EINHEIT
PAL-SCHALTER + SYNCHR.-DEMODULATOR
FARBDIFFERENZ-ENDSTUFEN
PAL-MATRIX
STEUERTEIL
KANALWÄHLER
ZF-VERSTÄRKER
ZF-DEMODULATOR
AUTOM.-REGELSPANNUNG
FARBART-VERST.
LEUCHTDICHTE-ENDSTUFE
LEUCHTDICHTE-VERST.
Brücken A, B, C je nach Kanalwählerbestückung
Zweitlautsprecher
Kopfhörer-TB Buchse

Ältere Ausführung



Einstellhinweise

bezogen auf das FuBK-Farbtestbild

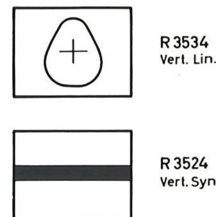
Farbträgereinheit

ohne Signal
1. Oszillograf an 9 U 270
   mit R 2725 auf 1,5 Vss
2. Voltmeter an 1 U 270
   mit R 2730 auf 4 V=
   mit Signal
3. Serviceschalter Sch4 in Stellung Ein
   von 17 U 270 470 nF an Masse
   mit C 2741 in U 270 durchlaufende
   Farbbalken zum Stillstand bringen
   470 nF entfernen und Sch4 in
   Stellung Aut.
4. Oszillograf an 17 U 270
   mit R 2718 in U 270 auf 1,1 Vss
   mit S 2612 in U 260 Burstaustastlücke
   symmetrisch zum Burst einstellen.
5. mit S 2710 in U 270 das Unbuntfeld +V
   farblos einstellen.
6. mit R 2820 in U 280 das Unbuntfeld ±U
   farblos einstellen.

Horizontal-Oszillator U 330

Anschluß 9 und 10 verbinden
mit R 3324 synchronisieren.

Vertikal-Oszillator U 335



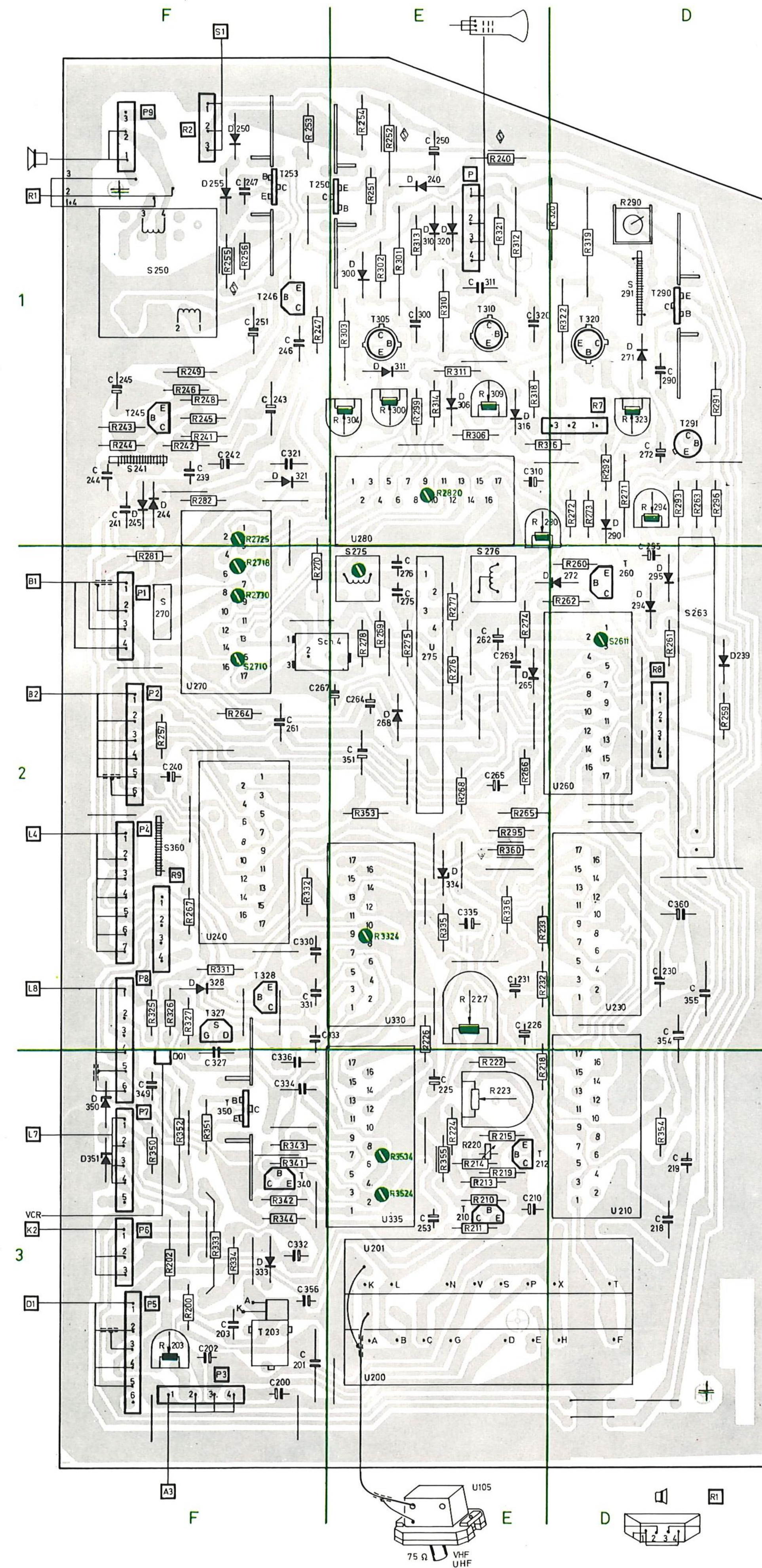
R 3534
Vert. Lin.

R 3524
Vert. Syn.

R 203 Abstimmspannung

an P 32 28 V =

Ältere Ausführung



Einstellhinweise

bezogen auf das FuBK-Farbtestbild

Arbeitspunkte FD-Stufen

ohne Signal
mit R 309 an C T 310 125 V
mit R 304 an C T 305 125 V
mit R 323 an C T 320 125 V

Amplitude (R-Y)/(B-Y)

1. rote und grüne Kanone ausschalten.
2. Helligkeit der Blaubalken auf gleiche Helligkeit des 75% Weißfeldes einstellen
3. blaue Kanone aus- und rote einschalten
4. mit R 300 Helligkeit der Rotbalken auf gleiche Helligkeit des 75% Weißfeldes einstellen.
5. eventuell Arbeitspunkt mit R 304 auf 125 V an C T 305 korrigieren.

R 294 Schwarzpegel

1. Oszillograf an 4 U 260
   mit ☼ Schwarzpegel auf 1,5 V =
2. Oszillograf an C T 290
   mit R 294 Schwarzpegel auf 130 V =

PAL-Matrix

1. R 280 Addition-Amplitude
   Paarigkeit der Zeilen in den
   Unbuntfeldern +V ±U auf min.
2. S 275 Addition-Phase
   Paarigkeit der Zeilen in den
   Sägezahnfeldern ±V +U auf min.

U 260

mit S 2611 Farbträgermoire in
S/W-Feldern auf min.

R 227 AVR

ohne Signal max. Rauschen.

R 223 v AVR

starkes Signal ohne Übersteuerung.

SAFETY RESISTOR – RESISTENZA DI SICUREZZA

0.125W 5%

0.25W 5–10%

0.5W 5–10%

CERAMIC – CERAMICO

FLAT-FOIL – PIATTO

* h = 63V, j = 100V, r = 250V, u = 400V

AC

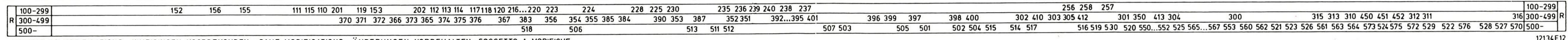
DC

40kΩ/V (PM 2411)

max

min

v*



SUBJECT TO MODIFICATIONS – WIJZIGINGEN VOORBEHOUDEN – SAUF MODIFICATIONS – ÄNDERUNGEN VORBEHALTEN – SOGGETTO A MODIFICHE.

12134E12

5/3.11

Testbeeld-generator met de C-64

Inleiding

In dit artikel wordt een machine-code programma voor de Commodore 64 voorgesteld, waarmee men de computer omvormt tot een testbeeld-generator met alle mogelijkheden die nodig zijn voor het afregelen van het beeld van zwart-wit en kleurentelevisies.

In feite vervangt dit eenvoudig programmaatje een dure testbeeld-generator!

De routine biedt onderstaande mogelijkheden:

- lijnen-patroon:
  een raster van horizontale en verticale beeld-lijnen, waarmee men de convergentie en de beeld-geometrie kan instellen;
- grijs-trap:
  verschillende grijstinten voor het afregelen van de hoogfrequent schakelingen en instel-punten van trappen;
- kleur-balken:
  regenboog-patroon voor het afregelen van de kleur-zuiverheid;
- scherm rood, groen of blauw:
  voor het instellen van de kleur-zuiverheid;
- beeld wit en zwart:
  voor het afregelen van de wit- en zwart-waarden;
- 1 kHz continu-toon:
  voor het afregelen van de geluids-schakelingen;
- geluids-burst:
  voor het testen van het frequentie-bereik.

Het laden en werken met het programma

Na het intikken van de BASIC-lader wordt het programma met 'RUN' opgestart. Tik-fouten in de DATA-regels worden automatisch opgespoorde en onder de vorm van een mededeling **'? BAD DATA ERROR IN XXX'** aan de gebruiker gemeld. XXX staat daarbij natuurlijk voor het regel-nummer waarin de fout zit.

Heeft men geen fouten ingetikt, dan start het machine-code programma automatisch en verschijnt het menu op het scherm. Dit menu geeft de keuze uit de tien beschreven test-beelden. Men kan op ieder moment terug naar het menu door het indrukken van de toets ' @ '.

Men kan het machine-code programma verlaten door het indrukken van de toetsen 'SHIFT' en 'RETURN'. Men komt dan terug in de BASIC-mode van de machine.

Het programma is beveiligd tegen 'NEW' en kan vanuit een BASIC-programma op ieder gewenst moment aangeroepen worden met 'SYS 51200'.

3.11 Testbeeld-generator met de C-64

Programma-beschrijving

Het programma wordt toegelicht aan de hand van het stroomdiagramma en een assembler-listing. Deze zijn aan het einde van dit artikel opgenomen. Alle adressen worden in HEX opgegeven.

Na de start van het programma in C800 wordt het X-register met 0 geladen. Deze 0 wordt opgeslagen in D404, waardoor het geluid wordt uitgeschakeld. Met D020 en D021 wordt de kleur van het kader en de achtergrond op zwart ingesteld. De knipperende cursor wordt uitgeschakeld door het laden van een 1 in de zero-page byte 00CC.
De gegevens voor het samenstellen van het menu starten op adres C876 en zijn EE bytes lang. Vanaf C80F worden deze gegevens byte na byte naar de accumulator getransporteerd en nadien met de routine FFD2 uit het bedrijfs-systeem naar het beeldscherm gestuurd. De gegevens zijn onder de vorm van hun ASCII-codes in het programma opgenomen.
Na het samenstellen van het menu wordt in C81A naar de routine FFE4 uit het bedrijfs-systeem gesprongen. Deze tast het toetsenbord af en zet de code van de ingedrukte toetsen in de accumulator. Deze codes worden vergeleken met de tekens die de verschillende mogelijkheden uit het menu definiëren. Deze routine loopt tot en met C84D. Wordt geen teken herkend, dan springt het programma terug naar de toetsenbord-aftasting.
Wordt er echter wel een code herkend, dan springt het programma aan de hand van de sprong-tabel (C84F → C86C) naar de desbetreffende sub-routine.

De sub-routines

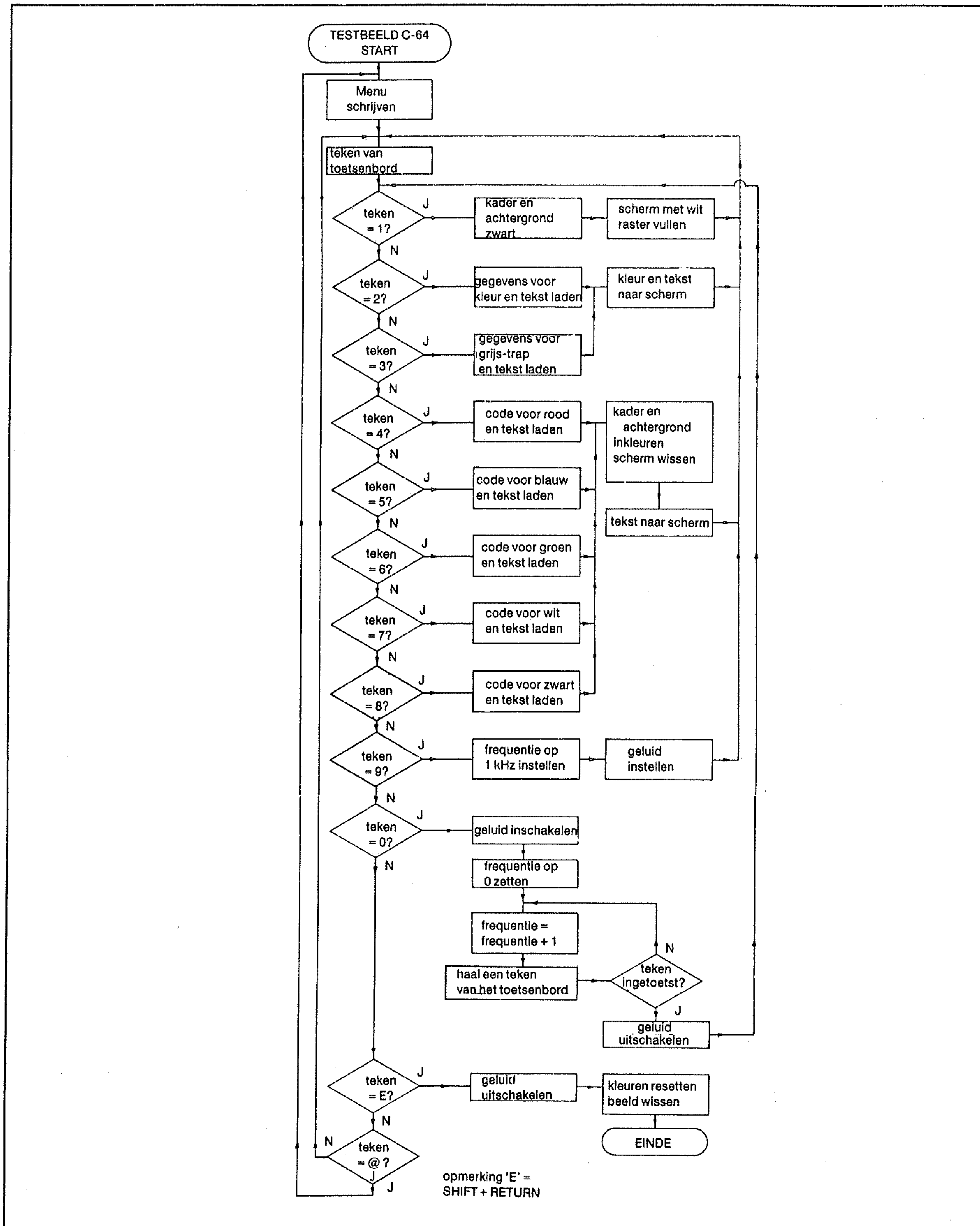
- EINDE
  Het volume van de SID wordt uitgeschakeld door het opslaan van een 0 in D404. De routine E518 uit het bedrijfs-systeem wordt ingeschakeld voor het instellen van de kleur van de rand en de tekst op helder blauw en de kleur van de achtergrond op donker blauw. Het scherm wordt gewist en met RTS wordt naar BASIC gesprongen.
- GELUID 1 kHz
  Deze routine loopt vanaf C965 en laadt alle noodzakelijke gegevens in de SID-chip om een frequentie van 1 kHz te genereren en het geluid in te schakelen. Nadien volgt een sprong naar de toetsenbord-routine van C81A.
- GELUIDS-BURST
  Deze routine start op C981 en laadt eerst alle noodzakelijke gegevens in de SID-chip. De frequentie wordt op nul gezet en het geluid geactiveerd. Nadien wordt vanaf C99D de waarde van de frequentie continu met een bit verhoogd. Deze lus wordt echter vertraagd door de TIJD-lus om een bruikbaar signaal te genereren. Ondertussen wordt ook het toetsenbord gescand (FFE4) en merkt deze routine dat er op een toets wordt gedrukt, dan wordt het verhogen van de frequentie gestopt, het geluid uitgeschakeld en wordt er naar de hoofd-lus gesprongen die het toetsenbord in de gaten houdt.
- RASTER
  Deze routine start op adres CA55 en kleurt allereerst de rand en de achtergrond zwart. Nadien wordt het kruisje ('SHIFT' + '+') in de accumulator geladen en naar de routine

3.11 Testbeeld-generator met de C-64

BEELD (CA38) gesprongen. Deze laadt het teken in de 1000 beeld-adressen vanaf 0400 en het raster ontstaat op het scherm. Nadien wordt weer naar de toetsenbord-routine van C81A gesprongen.

- KL-BALKEN
  Deze routine zet de adressen van een scherm-regel in de adressen CB43 en CB44 en de gegevens voor de regel in de adressen CB75 en CB76. Nadien wordt de routine BALKEN ingeschakeld. Deze vult cellen D020 en D021 met de gegevens voor de kleuren van de achtergrond en de rand. De adressen CB46 en CB47 worden met het eerste adres van het kleurenscherm geladen. Het eigenlijke programma start op CB42. De accumulator wordt met de eerste code voor de achtergrond geladen en deze code wordt via CB45 in het kleuren-RAM geplaatst. Het X-register wordt met een verhoogd en na een sprong naar CB4B wordt de volgende code vrijgegeven. Zijn 40 codes overgebracht (→ de lengte van een regel) dan wordt de routine steeds herhaald tot de vergelijking in CB4E meldt dat 25 lijnen zijn behandeld. Nadien volgt een sprong naar TEKST. De accumulator wordt geladen met de code van de geïnverteerde spatie en de routine BEELD, reeds besproken, wordt aangeroepen. Na het opzetten van het beeld wordt de cursor met behulp van de routine FFF0 van het bedrijfs-systeem op de start van de 13de regel gezet. Nadien wordt teken na teken uit de DATA-adressen uitgelezen en via de routine FFD2 uit het bedrijfs-systeem aan de accumulator doorgegeven. Deze routine zet de tekens op het scherm zoals de BASIC-instructie 'PRINT' dit doet. Meldt de comparator van CB7B dat de regel gevuld is, dan volgt weer een sprong naar de aftast-routine van C81A.
- GRIJS-TRAPPEN
  Net zoals in de sub-routine KL-BALKEN laadt deze routine, die start op adres CB07, de juiste adressen voor de grijs-trappen en de tekst-regel in CB43 en CB44 en in CB75 en CB76. Nadien volgt een sprong naar het reeds beschreven programma BALKEN.
- ROOD
  Deze routine start op C9E3 en laadt op de eerste plaats de codes van het woord ROOD uit de gegevens voor het samenstellen van het menu in de zero-page adressen 00FB en 00FC. De code voor de tekst-kleur wordt in de accumulator gezet, de lengte van de tekst in het X-register en de code voor de achtergrond-kleur in het Y-register. Nadien wordt naar de routine KLEUR op C9BC gesprongen. De waarde van het Y-register wordt in D020 en D021 opgeslagen, zodat rand en achtergrond dezelfde kleur krijgen. De inhoud van het X-register wordt overgedragen naar zeropage cel 00FD. De code van de tekstkleur wordt door de sub-routine FFD2 ingesteld. De code voor CLR/HOME wordt in C9C7 ingelezen en nadien wordt het scherm gewist met FFD2. Vervolgens wordt de cursor in het midden van het beeld gepositioneerd. Vanaf C9D6 worden de tekens van de tekst een na een in de accumulator geladen en nadien met de routine FFD2 op het scherm gezet. In C9DC wordt vergeleken of de volledige tekst behandeld is. Is dat het

3.11 Testbeeld-generator met de C-64



Figuur 5/3.11-1: Stroom-diagram van het testbeeld-programma.

3.11 Testbeeld-generator met de C-64

geval, dan springt de computer weer naar de toetsenbord-routine.

- BLAUW, GROEN, WIT, ZWART
  Deze programma's werken op dezelfde manier als de beschreven subroutine ROOD en worden niet afzonderlijk besproken.

Opmerking
Het is niet mogelijk dit programma op te slaan in een EPROM, omdat het programma de inhoud van bepaalde adressen (CB43, CB44, CB75 en CB76) verandert en dit natuurlijk onmogelijk is als de code in een EPROM zou worden ingebrand.

```
10 REM ************************
20 REM * TESTBEELD MET C-64   *
30 REM * (c) 4/1985 H. JAEGER *
40 REM *     WEKA AMSTERDAM   *
50 REM ************************
60 REM
70 A=51200:FORN=0TO56:S=0:FORI=0TO15
80 READA$:IFLEN(A$)<>2THEN130
90 L=ASC(RIGHT$(A$,1)):IFL>57THENL=L-7
100 H=ASC(A$):IFH>57THENH=H-7
110 B=16*(H-48)+L-48:POKEA+I+16*N,B:S=S+B:NEXTI
120 READT:IFS=TTHENNEXTN:SYSA:END
130 PRINT"?BAD DATA ERROR IN";PEEK(63)+256*PEEK(64):END
140 DATAA2,00,8E,04,D4,8E,20,D0,8E,21,D0,A9,01,85,CC,BD,1981
150 DATA76,C8,20,D2,FF,E8,E0,EF,D0,F5,20,E4,FF,C9,30,F0,2967
160 DATA2E,C9,31,F0,2D,C9,32,F0,2C,C9,33,F0,2B,C9,34,F0,2144
170 DATA2A,C9,35,F0,29,C9,36,F0,28,C9,37,F0,27,C9,38,F0,2144
180 DATA26,C9,39,F0,25,C9,40,F0,B7,C9,8D,F0,20,D0,CB,4C,2362
190 DATA81,C9,4C,55,CA,4C,1C,CB,4C,07,CB,4C,E3,C9,4C,F4,2110
200 DATAC9,4C,05,CA,4C,16,CA,4C,27,CA,4C,65,C9,A9,00,8D,1789
210 DATA04,D4,20,18,E5,60,05,93,43,2D,36,34,20,54,45,53,1235
220 DATA54,42,49,4C,44,47,45,4E,45,52,41,54,4F,52,0D,0D,1072
230 DATA0D,31,20,3D,20,47,49,54,54,45,52,4D,55,53,54,45,1048
240 DATA52,0D,0D,32,20,3D,20,46,41,52,42,42,41,4C,4B,45,917
250 DATA4E,0D,0D,33,20,3D,20,47,52,41,55,54,52,45,50,50,978
260 DATA45,0D,0D,34,20,3D,20,42,49,4C,44,53,43,48,49,52,932
270 DATA4D,20,52,4F,54,0D,0D,35,20,3D,20,42,49,4C,44,53,924
280 DATA43,48,49,52,4D,20,42,4C,41,55,0D,0D,36,20,3D,20,900
290 DATA42,49,4C,44,53,43,48,49,52,4D,20,47,52,55,45,4E,1154
300 DATA0D,0D,37,20,3D,20,42,49,4C,44,53,43,48,49,52,4D,943
310 DATA20,57,45,49,53,53,0D,0D,38,20,3D,20,42,49,4C,44,917
320 DATA53,43,48,49,52,4D,20,53,43,48,57,41,52,5A,0D,0D,1058
330 DATA39,20,3D,20,44,41,55,45,52,54,4F,4E,20,31,20,4B,980
340 DATA48,5A,20,6E,6D,6E,6D,0D,0D,30,20,3D,20,54,4F,4E,1072
350 DATA42,55,52,53,54,20,6E,6D,6E,6D,0D,0D,40,20,3D,20,1085
360 DATA4D,45,4E,55,45,A9,84,8D,00,D4,A9,42,8D,01,D4,A9,1790
370 DATA0F,8D,18,D4,A9,F0,8D,06,D4,A9,11,8D,04,D4,4C,1A,1805
```

3.11: Testbeeld-generator met de C-64

```
380 DATAC8,A2,00,8E,00,D4,8E,01,D4,A9,0F,8D,18,D4,A9,F0,2041
390 DATA8D,06,D4,A9,11,8D,04,D4,A0,00,8E,01,D4,8C,00,D4,1769
400 DATAA9,0A,E9,01,D0,FC,20,E4,FF,C9,00,D0,07,C8,D0,ED,2449
410 DATAE8,4C,9A,C9,A2,00,8E,04,D4,4C,1D,C8,8C,20,D0,8C,2008
420 DATA21,D0,86,FD,20,D2,FF,A9,93,20,D2,FF,A2,0D,A0,12,2291
430 DATA18,20,F0,FF,A0,00,B1,FB,20,D2,FF,C8,C4,FD,D0,F6,2739
440 DATA4C,1A,C8,A9,C8,85,FC,A9,D2,85,FB,A9,90,A2,03,A0,2457
450 DATA02,4C,BC,C9,A9,C8,85,FC,A9,E6,85,FB,A9,05,A2,04,2344
460 DATAA0,06,4C,BC,C9,A9,C8,85,FC,A9,FB,85,FB,A9,90,A2,2664
470 DATA05,A0,05,4C,BC,C9,A9,C9,85,FC,A9,11,85,FB,A9,90,2273
480 DATAA2,05,A0,01,4C,BC,C9,A9,C9,85,FC,A9,27,85,FB,A9,2309
490 DATA05,A2,07,A0,00,4C,BC,C9,A2,00,9D,00,04,E8,D0,FA,1812
500 DATA9D,00,05,E8,D0,FA,9D,00,06,E8,D0,FA,9D,00,07,E8,2101
510 DATAE0,E8,D0,F8,60,A9,00,8D,20,D0,8D,21,D0,A9,5B,20,2232
520 DATA38,CA,4C,1A,C8,01,01,01,01,01,01,01,01,0F,0F,0F,613
530 DATA0F,0F,0F,0F,0F,0C,0C,0C,0C,0C,0C,0C,0C,0B,0B,0B,204
540 DATA0B,0B,0B,0B,0B,00,00,00,00,00,00,00,00,01,01,01,58
550 DATA01,01,07,07,07,07,07,03,03,03,03,03,05,05,05,05,72
560 DATA05,04,04,04,04,04,02,02,02,02,02,06,06,06,06,06,65
570 DATA00,00,00,00,00,05,20,20,57,45,49,53,53,20,20,47,599
580 DATA52,41,55,20,33,20,20,47,52,41,55,20,32,20,20,47,899
590 DATA52,41,55,20,31,20,20,53,43,48,57,41,52,5A,05,57,1015
600 DATA45,49,53,53,20,47,45,4C,42,20,43,59,41,4E,47,52,1106
610 DATA55,45,4E,20,4C,49,4C,41,20,52,4F,54,20,42,4C,41,1070
620 DATA55,20,53,43,48,57,2E,A9,65,8D,43,CB,A9,B5,8D,75,1761
630 DATACB,A9,CA,8D,44,CB,8D,76,CB,4C,2E,CB,A9,8D,8D,43,2291
640 DATACB,A9,DE,8D,75,CB,A9,CA,8D,44,CB,8D,76,CB,A9,0E,2483
650 DATA8D,20,D0,A2,00,A0,00,8E,21,D0,A9,D8,8D,47,CB,8E,2028
660 DATA46,CB,BD,EA,EA,9D,00,D8,E8,E0,28,D0,F5,C8,C0,19,2669
670 DATAF0,13,18,AD,46,CB,69,28,8D,46,CB,90,03,EE,47,CB,1947
680 DATAA2,00,4C,42,CB,A9,A0,20,38,CA,A2,0D,A0,00,18,20,1517
690 DATAF0,FF,A2,00,BD,EA,EA,20,D2,FF,E8,E0,29,D0,F5,4C,2837
700 DATA1A,C8,EA,EA,EA,EA,EA,EA,EA,EA,EA,EA,EA,EA,EA,EA,3502

READY.


READY.
```

3.11 Testbeeld-generator met de C-64

Programma : Testbeeld met C-64 bladzijde: 1

start-adres : $C8ØØ dez 512ØØ lengte: 898 bytes

adres	bytes			label	assembler-code	
C8ØØ	A2	ØØ		START	LDX	#$ØØ
C8Ø2	8E	Ø4	D4		STX	$D4Ø4 geluid uit
C8Ø5	8E	2Ø	DØ		STX	$DØ2 kader en achtergr.
C8Ø8	8E	21	DØ		STX	$DØ21 zwart
C8ØB	A9	Ø1			LDA	#$Ø1
C8ØD	85	CC			STA	$ØØCC cursor uit
C8ØF	BD	76	C8	VERDER	LDA	$C876,X gegevens, x
C812	2Ø	D2	FF		JSR	$FFD2 beeldvorming
C815	E8				INX	
C816	EØ	EF			CPX	#$EF
C818	DØ	F5			BNE	verder
C81A	2Ø	E4	FF	AFTASTEN	JSR	$FFE4 toets aftasten
C81D	C9	3Ø		TOETSEN	CMP	#$3Ø
C81F	FØ	2E			BEQ	TOETS 0
C821	C9	31			CMP	#$31
C823	FØ	2D			BEQ	TOETS 1
C825	C9	32			CMP	#$32
C827	FØ	2C			BEQ	TOETS 2
C829	C9	33			CMP	#$33
C82B	FØ	2B			BEQ	TOETS 3
C82D	C9	34			CMP	#$34
C82F	FØ	2A			BEQ	TOETS 4
C831	C9	35			CMP	#$35
C833	FØ	29			BEQ	TOETS 5
C835	C9	36			CMP	#$36
C837	FØ	28			BEQ	TOETS 6
C839	C9	37			CMP	#$37
C83B	FØ	27			BEQ	TOETS 7
C83D	C9	38			CMP	#$38
C83F	FØ	26			BEQ	TOETS 8
C841	C9	39			CMP	#$39
C843	FØ	25			BEQ	TOETS 9
C845	C9	4Ø			CMP	#$4Ø
C847	FØ	B7			BEQ	START
C849	C9	8D			CMP	#$8D
C84B	FØ	2Ø			BEQ	EINDE

3.11 Testbeeld-generator met de C-64

Programma: Testbeeld met C-64 bladzijde: 2

start-adres : lengte: bytes

adres	bytes			label	assembler-code	
C84D	DØ	CB			BNE	AFTASTEN
C84F	4C	81	C9	toets 0	JMP	$C981 geluids-burst
C852	4C	55	CA	toets 1	JMP	$CA55 raster
C855	4C	1C	CB	toets 2	JMP	$CB1C kleuren-balken
C858	4C	Ø7	CB	toets 3	JMP	$CBØ7 grijs-trap
C85B	4C	E3	C9	toets 4	JMP	$C9E3 rood
C85E	4C	F4	C9	toets 5	JMP	$C9F4 blauw
C861	4C	Ø5	CA	toets 6	JMP	$CAØ5 groen
C864	4C	16	CA	toets 7	JMP	$CA16 wit
C867	4C	27	CA	toets 8	JMP	$CA27 zwart
C86A	4C	65	C9	toets 9	JMP	$C965 1 kHz geluid
C86D	A9	ØØ		EINDE	LDA	#$ØØ
C86F	8D	Ø4	D4		STA	$D4Ø4 geluid uit
C872	2Ø	18	E5		JSR	$E518 kleuren reset
C875	6Ø				RTS	
C876	Ø5	93	43	GEGEVENS		
C879	2D	36	34			
C87C	2Ø	54	45			
C87F	53	54	42			
C882	49	4C	44			
C885	47	45	4E			
C888	45	52	41			
C88B	54	4F	52			
C88E	ØD	ØD	ØD			
C891	31	2Ø	3D			
C894	2Ø	47	49			
C897	54	54	45			
C89A	52	4D	55			
C89D	53	54	45			
C8AØ	52	ØD	ØD			
C8A3	32	2Ø	3D			
C8A6	2Ø	46	41			
C8A9	52	42	42			
C8AC	41	4C	4B			
C8AF	45	4E	ØD			
C8B2	ØD	33	2Ø			

3.11 Testbeeld-generator met de C-64

Programma : Testbeeld met C-64 bladzijde : 3

start-adres : lengte : bytes

adres	bytes			label	assembler-code	
C8B5	3D	20	47			
C8B8	52	41	55			
C8BB	54	52	45			
C8BE	50	50	45			
C8C1	0D	0D	34			
C8C4	20	3D	20			
C8C7	42	49	4C			
C8CA	44	53	43			
C8CD	48	49	52			
C8D0	4D	20	52			
C8D3	4F	54	0D			
C8D6	0D	35	20			
C8D9	3D	20	42			
C8DC	49	4C	44			
C8DF	53	43	48			
C8E2	49	52	4D			
C8E5	20	42	4C			
C8E8	41	55	0D			
C8EB	0D	36	20			
C8EE	3D	20	42			
C8F1	49	4C	44			
C8F4	53	43	48			
C8F7	49	52	4D			
C8FA	20	47	52			
C8FD	55	45	4E			
C900	0D	0D	37			
C903	20	3D	20			
C906	42	49	4C			
C909	44	53	43			
C90C	48	49	52			
C90F	4D	20	57			
C912	45	49	53			
C915	53	0D	0D			
C918	38	20	3D			
C91B	20	42	49			
C91E	4C	44	53			

3.11 Testbeeld-generator met de C-64

Programma : Testbeeld met C-64 bladzijde : 4

start-adres : lengte: bytes

adres	bytes			label	assembler-code	
C921	43	48	49			
C924	52	4D	2Ø			
C927	53	43	48			
C92A	57	41	52			
C92D	5A	ØD	ØD			
C930	39	2Ø	3D			
C933	2Ø	44	41			
C936	55	45	52			
C939	54	4F	4E			
C93C	2Ø	31	2Ø			
C93F	4B	48	5A			
C942	2Ø	6E	6D			
C945	6E	6D	ØD			
C948	ØD	3Ø	2Ø			
C94B	3D	2Ø	54			
C94E	4F	4E	42			
C951	55	52	53			
C954	54	2Ø	6E			
C957	6D	6E	6D			
C95A	ØD	ØD	4Ø			
C95D	2Ø	3D	2Ø			
C96Ø	4D	45	4E			
C963	55	45				
C965	A9	84		GELUID 1 kHz	LDA	#$84 frequentie
C967	8D	ØØ	D4		STA	$D4ØØ instellen
C96A	A9	42			LDA	#$42
C96C	8D	Ø1	D4		STA	$D4Ø1
C96F	A9	ØF			LDA	#$ØF parameters
C971	8D	18	D4		STA	$D418 instellen
C974	A9	FØ			LDA	#$FØ
C976	8D	Ø6	D4		STA	$D4Ø6
C979	A9	11			LDA	#$11
C97B	8D	Ø4	D4		STA	$D4Ø4 geluid aan
C97E	4C	1A	C8		JMP	$C81A aftasten
C981	A2	ØØ		GELUIDS-BURST	LDX	#$ØØ frequentie
C983	8E	ØØ	D4		STX	$D4ØØ = nul

3.11 Testbeeld-generator met de C-64

Programma: Testbeeld met C-64 bladzijde : 5

start-adres : lengte : bytes

adres	bytes			label	assembler-code	
C986	8E	Ø1	D4		STX	$D4Ø1
C989	A9	ØF			LDA	#$ØF parameters
C98B	8D	18	D4		STA	$D418 instellen
C98E	A9	FØ			LDA	#$FØ
C990	8D	Ø6	D4		STA	$D4Ø6
C993	A9	11			LDA	#$11
C995	8D	Ø4	D4		STA	$D4Ø4 geluid aan
C998	AØ	ØØ			LDY	#$ØØ
C99A	8E	Ø1	D4		STX	$D4Ø1
C99D	8C	ØØ	D4	LUS	STY	$D4ØØ
C9AØ	A9	ØA			LDA	#$ØA
C9A2	E9	Ø1		TIJD	SBC	#$Ø1
C9A4	DØ	FC			BNE	tijd
C9A6	2Ø	E4	FF		JSR	$FFE4
C9A9	C9	ØØ			CMP	#$ØØ
C9AB	DØ	Ø7			BNE	geluid einde
C9AD	C8				INY	
C9AE	DØ	ED			BNE	lus
C9BØ	E8				INX	
C9B1	4C	9A	C9		JMP	$C99A
C9B4	A2	ØØ		GELUID EINDE	LDX	#$ØØ
C9B6	8E	Ø4	D4		STX	$D4Ø4 geluid uit
C9B9	4C	1D	C8		JMP	$C81D toets
C9BC	8C	2Ø	DØ	KLEUR	STY	$DØ2Ø kader +
C9BF	8C	21	DØ		STY	$DØ21 achtergrond
C9C2	86	FD			STX	$ØØFD
C9C4	2Ø	D2	FF		JSR	$FFD2 tekst-kleur
C9C7	A9	93			LDA	#$93
C9C9	2Ø	D2	FF		JSR	$FFD2 scherm wissen
C9CC	A2	ØD			LDX	#$ØD
C9CE	AØ	12			LDY	#$12
C9DØ	18				CLC	
C9D1	2Ø	FØ	FF		JSR	$FFFØ cursor plaatsen
C9D4	AØ	ØØ			LDY	#$ØØ
C9D6	B1	FB		VOLGENDE	LDA	[$ØØFB],Y
C9D8	2Ø	D2	FF		JSR	$FFD2

3.11 Testbeeld-generator met de C-64

Programma Testbeeld met C-64 bladzijde : 6

start-adres : lengte: bytes

adres	bytes			label	assembler-code	
C9DB	C8				INY	
C9DC	C4	FD			CPY	$ØØFD
C9DE	DØ	F6			BNE	volgende
C9EØ	4C	1A	C8		JMP	$C81A aftasten
C9E3	A9	C8		ROOD	LDA	#$C8
C9E5	85	FC			STA	$ØØFC adressen
C9E7	A9	D2			LDA	#$D2 voor tekst
C9E9	85	FB			STA	$ØØFB laden
C9EB	A9	9Ø			LDA	#$9Ø tekst-kleur
C9ED	A2	Ø3			LDX	#$Ø3 tekst-lengte
C9EF	AØ	Ø2			LDY	#$Ø2 beeld-kleur
C9F1	4C	BC	C9		JMP	$C9BC KLEUR
C9F4	A9	C8		BLAUW	LDA	#$C8
C9F6	85	FC			STA	$ØØFC adressen
C9F8	A9	E6			LDA	#$E6 voor tekst
C9FA	85	FB			STA	$ØØFB laden
C9FC	A9	Ø5			LDA	#$Ø5 tekst-kleur
C9FE	A2	Ø4			LDX	#$Ø4 tekst-lengte
CAØØ	AØ	Ø6			LDY	#$Ø6 beeld-kleur
CAØ2	4C	BC	C9		JMP	$C9BC KLEUR
CAØ5	A9	C8		GROEN	LDA	#$C8
CAØ7	85	FC			STA	$ØØFC adressen
CAØ9	A9	FB			LDA	#$FB voor tekst
CAØB	85	FB			STA	$ØØFB laden
CAØD	A9	9Ø			LDA	#$9Ø tekst-kleur
CAØF	A2	Ø5			LDX	#$Ø5 tekst-lengte
CA11	AØ	Ø5			LDY	#$Ø5 beeld-kleur
CA13	4C	BC	C9		JMP	$C9BC KLEUR
CA16	A9	C9		WIT	LDA	#$C9
CA18	85	FC			STA	$ØØFC adressen
CA1A	A9	11			LDA	#$11 voor tekst
CA1C	85	FB			STA	$ØØFB laden
CA1E	A9	9Ø			LDA	#$9Ø tekst-kleur
CA2Ø	A2	Ø5			LDX	#$Ø5 tekst-lengte
CA22	AØ	Ø1			LDY	#$Ø1 beeld-kleur
CA24	4C	BC	C9		JMP	$C9BC KLEUR

3.11 Testbeeld-generator met de C-64

Programma : Testbeeld met C-64 bladzijde : 7
start-adres : lengte: bytes

adres	bytes			label	assembler-code	
CA27	A9	C9		ZWART	LDA	#$C9
CA29	85	FC			STA	$00FC adressen
CA2B	A9	27			LDA	#$27 voor tekst
CA2D	85	FB			STA	$00FB laden
CA2F	A9	05			LDA	#$05 tekst-kleur
CA31	A2	07			LDX	#$07 tekst-lengte
CA33	A0	00			LDY	#$00 beeld-kleur
CA35	4C	BC	C9		JMP	$C9BC KLEUR
CA38	A2	00		BEELD	LDX	#$00
CA3A	9D	00	04	LUS 1	STA	$0400,X
CA3D	E8				INX	
CA3E	D0	FA			BNE	LUS 1
CA40	9D	00	05	LUS 2	STA	$0500,X
CA43	E8				INX	
CA44	D0	FA			BNE	LUS 2
CA46	9D	00	06	LUS 3	STA	$0600,X
CA49	E8				INX	
CA4A	D0	FA			BNE	LUS 3
CA4C	9D	00	07	LUS 4	STA	$0700,X
CA4F	E8				INX	
CA50	E0	E8			CPX	#$E8
CA52	D0	F8			BNE	LUS 4
CA54	60				RTS	
CA55	A9	00		RASTER	LDA	#$00 kader +
CA57	8D	20	D0		STA	$D020 achtergrond
CA5A	8D	21	D0		STA	$D021 zwart
CA5D	A9	5B			LDA	#$5B kruis
CA5F	20	38	CA		JSR	$CA38 beeld
CA62	4C	1A	C8		JMP	$C81A aftasten
CA65	01	01	01	GEGEVENS		grijs-trap
CA68	01	01	01			
CA6B	01	01	0F			
CA6E	0F	0F	0F			
CA71	0F	0F	0F			
CA74	0F	0C	0C			
CA77	0C	0C	0C			

3.11 Testbeeld-generator met de C-64

Programma : Testbeeld met C-64 bladzijde : 8

start-adres : lengte : bytes

adres	bytes			label	assembler-code	
CA7A	ØC	ØC	ØC			
CA7D	ØB	ØB	ØB			
CA8Ø	ØB	ØB	ØB			
CA83	ØB	ØB	ØØ			
CA86	ØØ	ØØ	ØØ			
CA89	ØØ	ØØ	ØØ			
CA8C	ØØ					
CA8D	Ø1	Ø1	Ø1	GEGEVENS		kleur-balken
CA9Ø	Ø1	Ø1	Ø7			
CA93	Ø7	Ø7	Ø7			
CA96	Ø7	Ø3	Ø3			
CA99	Ø3	Ø3	Ø3			
CA9C	Ø5	Ø5	Ø5			
CA9F	Ø5	Ø5	Ø4			
CAA2	Ø4	Ø4	Ø4			
CAA5	Ø4	Ø2	Ø2			
CAA8	Ø2	Ø2	Ø2			
CAAB	Ø6	Ø6	Ø6			
CAAE	Ø6	Ø6	ØØ			
CAB1	ØØ	ØØ	ØØ			
CAB4	ØØ					
CAB5	Ø5	2Ø	2Ø	GEGEVENS		tekst grijs-trap
CAB8	57	45	49			
CABB	53	53	2Ø			
CABE	2Ø	47	52			
CAC1	41	55	2Ø			
CAC4	33	2Ø	2Ø			
CAC7	47	52	41			
CACA	55	2Ø	32			
CACD	2Ø	2Ø	47			
CADØ	52	41	55			
CAD3	2Ø	31	2Ø			
CAD6	2Ø	53	43			
CAD9	48	57	41			
CADC	52	5A				
CADE	Ø5	57	45	GEGEVENS		tekst kl-balken

3.11 Testbeeld-generator met de C-64

Programma Testbeeld met C-64 bladzijde: 9

start-adres : lengte: bytes

adres	bytes			label	assembler-code	
CA E1	49	53	53			
CAE4	2Ø	47	45			
CAE7	4C	42	2Ø			
CAEA	43	59	41			
CAED	4E	47	52			
CAFØ	55	45	4E			
CAF3	2Ø	4C	49			
CAF6	4C	41	2Ø			
CAF9	52	4F	54			
CAFC	2Ø	42	4C			
CAFF	41	55	2Ø			
CBØ2	53	43	48			
CBØ5	57	2E				
CBØ7	A9	65		GRIJS-TRAP	LDA	#$65 adressen
CBØ9	8D	43	CB		STA	$CB43 voor gegevens
CBØC	A9	B5			LDA	#$B5 en
CBØE	8D	75	CB		STA	$CB75 tekst
CB11	A9	CA			LDA	#$CA instellen
CB13	8D	44	CB		STA	$CB44
CB16	8D	76	CB		STA	$CB76
CB19	4C	2E	CB		JMP	$CB2E balken
CB1C	A9	8D		KL-BALKEN	LDA	#$8D adressen
CB1E	8D	43	CB		STA	$CB43 voor gegevens
CB21	A9	DE			LDA	#$DE en
CB23	8D	75	CB		STA	$CB75 tekst
CB26	A9	CA			LDA	#CA instellen
CB28	8D	44	CB		STA	$CB44
CB2B	8D	76	CB		STA	$CB76
CB2E	A9	ØE		BALKEN	LDA	#$ØE
CB3Ø	8D	2Ø	DØ		STA	$DØ2Ø
CB33	A2	ØØ			LDX	#$ØØ
CB35	AØ	ØØ			LDY	#$ØØ
CB37	8E	21	DØ		STX	$DØ21
CB3A	A9	D8			LDA	#$D8
CB3C	8D	47	CB		STA	$CB47
CB3F	8E	46	CB		STX	$CB46

3.11 Testbeeld-generator met de C-64

Programma: Testbeeld met C-64 — bladzijde: 10

start-adres: — lengte: — bytes

adres	bytes			label	assembler-code	
CB42	BD	EA	EA	TEKEN	LDA	$EAEA,X
CB45	9D	00	D8		STA	$D800,X
CB48	E8				INX	
CB49	E0	28			CPX	#$28
CB4B	D0	F5			BNE	teken
CB4D	C8				INY	
CB4E	C0	19			CPY	#$19
CB50	F0	13			BEQ	tekst
CB52	18				CLC	
CB53	AD	46	CB		LDA	$CB46
CB56	69	28			ADC	#$28
CB58	8D	46	CB		STA	$CB46
CB5B	90	03			BCC	toets 1
CB5D	EE	47	CB		INC	$CB47
CB60	A2	00		TOETS 1	LDX	#$00
CB62	4C	42	CB		JMP	$CB42 teken
CB65	A9	A0		TEKST	LDA	#$A0
CB67	20	38	CA		JSR	$CA38 beeld
CB6A	A2	0D			LDX	#$0D cursor
CB6C	A0	00			LDY	#$00 plaatsen
CB6E	18				CLC	
CB6F	20	F0	FF		JSR	$FFF0
CB72	A2	00			LDX	#$00
CB74	BD	EA	EA	TEKST	LDA	$EAEA,X
CB77	20	D2	FF		JSR	$FFD2
CB7A	E8				INX	
CB7B	E0	29			CPX	#$29
CB7D	D0	F5			BNE	tekst
CB7F	4C	1A	C8		JMP	$C81A aftasten

5/3.12

Foutzoeken aan de hand van voorbeelden

Oorzaken van fouten

In principe kan men de oorzaken van het niet goed functioneren van een televisie-toestel indelen in twee groepen. Enerzijds zijn er de bedieningsfouten, anderzijds de systeem- of apparatuurfouten.

Het lijkt misschien belachelijk aandacht te besteden aan bedienings-fouten, immers wie kan er nu niet het juiste knopje op een TV indrukken?
Met de steeds gecompliceerder wordende huishoudelijke elektronische apparatuur zal iedere reparatie-technicus echter vaststellen dat een niet onbelangrijke deel van de klachten-meldingen simpelweg valt terug te voeren tot verkeerd afgeregelde of ingestelde apparatuur. Zeker bij net aangeschafte nieuwe apparatuur kan men er praktisch zeker van zijn dat een storing niet aan de elektronica, maar aan de gebruiker ligt! Uiteraard is het niet de bedoeling van dit hoofdstuk langer bij deze kwestie stil te blijven staan. Iedere praktijk-man of -vrouw zal zijn of haar eigen methode weten te ontwikkelen om op de juiste taktvolle manier met deze meldingen om te gaan.

In de praktijk gaan de meeste televisie-reparateurs uit van wat het beeld en het geluid over de toestand van het apparaat te melden hebben. In de in volgende paragraafjes besproken praktijkvoorbeelden zal deze zinnige methode ook opgevolgd worden. daar waar nuttig zal het schermbeeld van het defecte apparaat als uitgangspunt van de foutanalyse worden genomen.

Een ernstige waarschuwing!

Het is niet onnodig er nogmaals op te wijzen dat bij de meeste televisie-schakelingen met rechtstreekse netvoeding wordt gewerkt! Dat betekent dat een van de polen van het net rechtstreeks met het metalen chassis van het toestel verbonden is en het in principe levensgevaarlijk kan zijn zonder doordacht in dergelijke apparatuur te sleutelen. Dat dit gevaar helemaal niet zo denkbeeldig is bewijst wel het gegeven dat professionele service-centra in duitsland verplicht zijn alle apparatuur via galvanische scheiding op het openbare net aan te sluiten. Wat er in de praktijk op neer komt dat men verplicht is scheidingtransformatoren te gebruiken. Een goede gewoonte tot wettelijk voorschrift verheven, iets dat zonder meer navolging verdient!

Voedings-perikelen

Bij de meeste ouderwetse apparaten worden, op enige hoogspanningen voor de beeldbuis na, alle voedingsspannin-

3.12.1 Inleiding

gen in een duidelijk afgebakend voedingsdeel opgewekt. Bij de moderne concepten is die afbakening tussen voeding en rest van de schakeling in feite niet meer aanwezig. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat alle moderne TV's met geschakelde voedingen werken, waarbij de netspanning eerst wordt gelijkgericht en nadien via een gestuurde multivibrator in een blokspanning wordt omgezet. Deze blokspanning wordt via een kleine transformator met een speciaal hoogrequent ferriet kernmateriaal – vandaar de kleine afmetingen – teruggebracht tot een geschikte waarde, gelijkgericht en gestabiliseerd.
Vaak wordt er geen extra multivibrator gebruikt, maar wordt het stuursignaal voor het "verhakselen" van de gelijkgerichte netspanning ergens uit een van de overige schakelblokken gehaald. Bovendien wordt vaak de lijnuitgangstransformator van de beeldbuis gebruikt voor het genereren van enige hoge voedingsspanningen, die tot overmaat van ramp ook soms nog eens worden teruggekoppeld naar de geschakelde voeding! Het opsporen van de oorzaak van het niet aanwezig zijn van een bepaalde voedingsspanning is dan alles behalve een eenvoudige klus!

Dat er echter ook in moderne apparatuur tamelijk doorzichtige voedingsschakelingen worden toegepast bewijst het schema van figuur 5/3.12.1-1, de volledige voedingsschakeling van de Grundig Super-Color 6040.

Andere vervlechtingen

Een soortgelijk probleem doet zich voor bij de meeste kleuren-schakelingen. Vele kleurfouten hebben een zwart-wit beeld tot gevolg. Men moet dan de automatische kleurenafschakeling, de zogenaamde "color-killer", uitschakelen. Vaak kan men deze schakeling echter niet zonder meer als afzonderlijk blok terug vinden en is het noodzakelijk de afregelvoorschriften van de fabrikant open te slaan. Een goede dokumentatie is een eerste vereiste voor het systematisch aanpakken van fout-analyses!

De beeldbuis

Vele vervormingen van het beeld en duidelijk merkbare kleurafwijkingen hebben niets te maken met fouten in de elektronica, maar alles met een ongewenste magnetisering van de beeldbuis of althans van het masker dat voor het scherm is opgesteld. Vaak kan men dit soort fouten op een zeer eenvoudige manier verhelpen door de netsteker van het apparaat uit het stopcontact te verwijderen, een kwartiertje te wachten en dan het apparaat in te schakelen. De beeldbuis wordt dan automatisch gedemagnetiseerd en vaak is dat voldoende om de beeld-fouten te verhelpen. Professionele reparateurs gebruiken soms een speciale zeer sterke demagnetiserings-spoel en demagnetiseren daarmee de beeldbuis als een standaardmatige eerst stap in de controle van ieder apparaat.
Zijn de fouten nadien nog aanwezig, dan weet men zeker dat het de moeite loont verder te zoeken in de elektronische ingewanden.

De voorbeelden

Vaak zijn fouten, die in individuele apparaten worden aangetroffen systematisch voor alle apparaten uit een bepaalde fabrikage-serie of zelfs voor een bepaalde generatie TV-toestellen. Het

3.12.1 Inleiding



Figuur 5/3.12.1-1: De volledige voeding van de Grundig Super-Color 6040

zal duidelijk zijn dat de voorbeelden voornamelijk over dit soort fouten gaan, daar kan men immers het meeste van leren!

5/3.12.2 Defecte eindtrap lijn-afbuiging

Apparaat
Grundig Super-Color 6040

Symptomen
Het apparaat doet helemaal niets, de afstemindicator werkt niet, er is geen beeld te zien en geen geluid te horen.

Fout-oorzaak
Koppel-condensator van de terugslag-thyristor defect, er kon geen merkbare capaciteit gemeten worden.

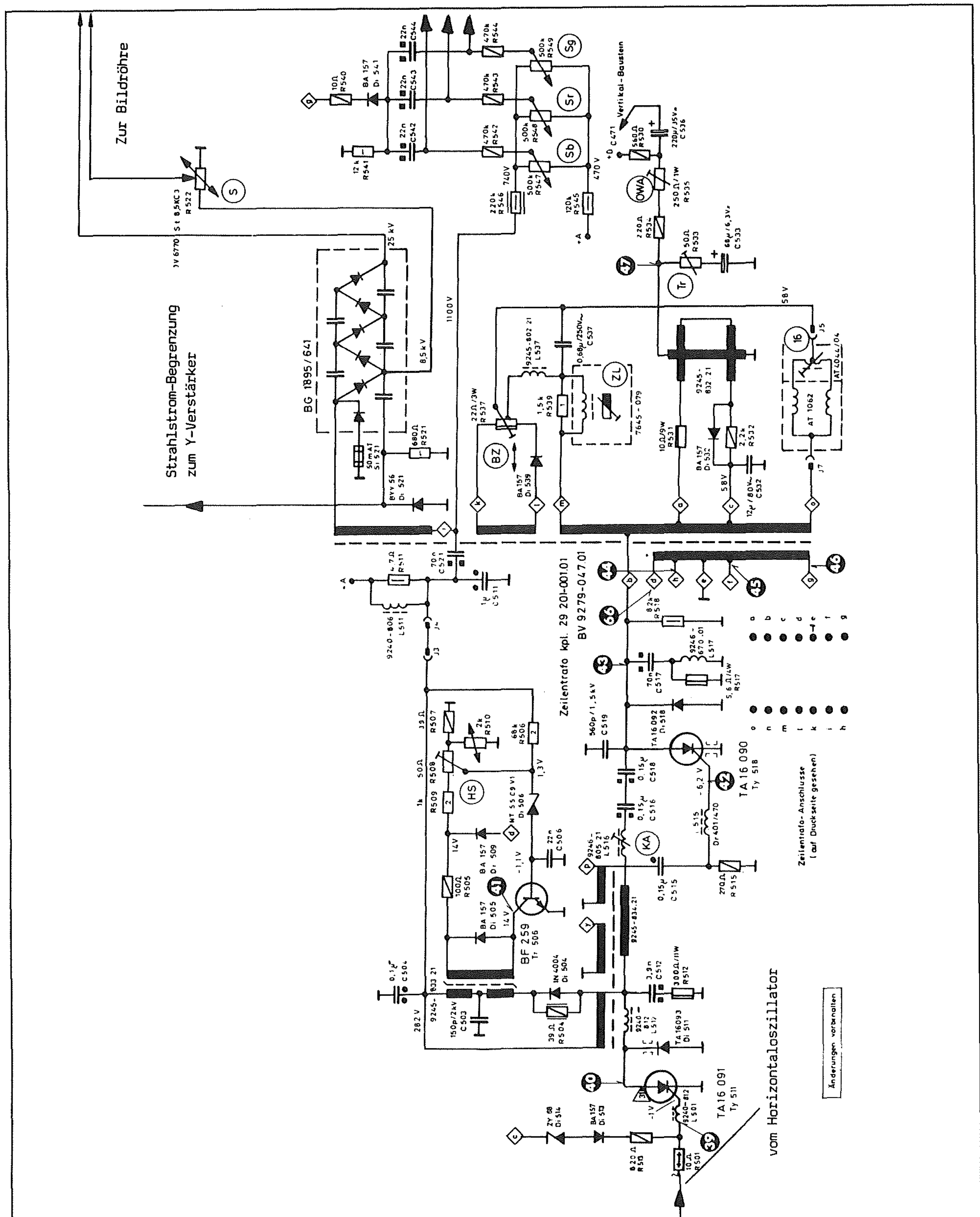
Diagnose-beschrijving
Deze fout is symptomatisch voor de volledige reeks TV-toestellen die is uitgerust met een thyristor in de horizontale afbuiging.
Een druk op het rode knopje van de automatische zekering in de achterwand van het apparaat heeft tot gevolg dat de kanaal-indicator oplicht. Bij het opnieuw inschakelen van het toestel is een klikje te horen en blijft het apparaat dood. De automatische zekering is in latere uitvoeringen vervangen door een elektronische zekering, maar dit doet weinig af aan de manier waarop men deze fout moet localiseren.

Om zo snel mogelijk uit te vinden of de fout in de voeding zit of in het hoogspanningsdeel, wordt bij ingeschakeld apparaat de steker van de afbuiging uit de print-connector getrokken. Als de zekering niet meer aanspreekt, weet men zeker dat de fout in het hoogspanningsgedeelte gezocht moet worden. Opgemerkt moet worden dat het absoluut verboden is de elektromechanische of de elektronische zekering te de-activeren. Deze “noodrem” is niet voor niets ingebouwd en het uitschakelen van de zekering kan tot gevolg hebben dat vele, nu nog goed werkende onderdelen ook het loodje leggen.

Om het aantal verdachte onderdelen verder te begrenzen, wordt de anode van de terugloop-thyristor Ty 518 (zie figuur 5/3.12.2-1) met de massa verbonden. Daardoor worden de thyristor, de lijn-trafo, de hoogspannings-cascade en de afbuig-schakeling uitgeschakeld. Blijft bij het opnieuw inschakelen van het apparaat de voedingsspanning aanwezig en de zekering ingeschakeld, dan is de kans groot dat de fout in een van de uitgeschakelde blokken zit. Is dit het geval, dan kan men de steker van de hoogspannings-cascade verwijderen en uit voorzorg de thyristor Ty 518 vervangen. Natuurlijk wordt voor het inschakelen van het apparaat de kortsluiting tussen anode en massa verwijderd!

Spreekt de zekering nu weer aan, dan bouwt men de kortsluiting opnieuw in en meet met de oscilloscoop de vorm van de stuurpulsen op de gate van de thyristor. Treft men slechts zeer smalle pulsjes aan, dan meet men het signaal voor en na de koppel-condensator C 515. Is het signaal voor de condensator goed en na dat onderdeel versmald, dan zou de fout wel eens aan de condensator kunnen liggen. Is dat niet het geval, dan moet men de conditie van de spoel L 515 onderzoeken en letten op de staat van de soldeerverbindingen en

3.12.2 Defecte eindtrap



Figuur 5/3.12.2-1: Deel van de horizontale eindtrap van de Grundig Super-Color 6040.

printbaantjes tussen de condensator en de gate van de thyristor.

De condensator moet, net zoals trouwens alle onderdelen in dit deel van de schakeling, door originele equivalenten vervangen worden. Bij de fabrikage van deze reeks televisies was het nog niet verplicht veiligheids-onderdelen te voorzien van het betreffende symbooltje, maar dat wil niet zeggen dat aan deze onderdelen niet dezelfde eisen gesteld moeten worden als aan de moderne wel van het veiligheids-symbool voorziene componenten.
Om de overige onderdelen tegen kalamiteiten te beschermen, is een netwerkje ingebouwd bestaande uit de onderdelen Di 514, Di 513 en R 513. Zou door het uitvallen van de terugslagkring de spanning op de anode van de thyristor sterk stijgen, dan zal de zenerdiode Di 514 doorslaan en wordt de gate van de thyristor continu gestuurd. Het gevolg is dat de schakeling een zeer grote gemiddelde stroom gaat trekken en de zekering doorslaat.

De gevolgde procédure is bruikbaar voor alle apparaten met thyristoren in dit deel van de schakeling. Is er een automatische terugslagstroom-regeling aanwezig, dan moet deze eerst worden uitgeschakeld door het overbruggen van de diode-thyristor combinatie. Vaak zal de fout eerst dan aan het licht treden! Er wordt dan teveel vermogen teruggevoerd naar de voeding waardoor de afbuiging en de hoogspanning slecht ingesteld worden. Vaak zullen de automatische zekeringen nog net niet aanspreken, maar zal het beeld te klein op het scherm verschijnen.

5/3.12.3 IR-afstandsbediening defect

Apparaat
Blaupunkt IR 16

Symptomen
Het apparaat werkt prima, de infrarode afstandsbediening weigert echter iedere dienst.

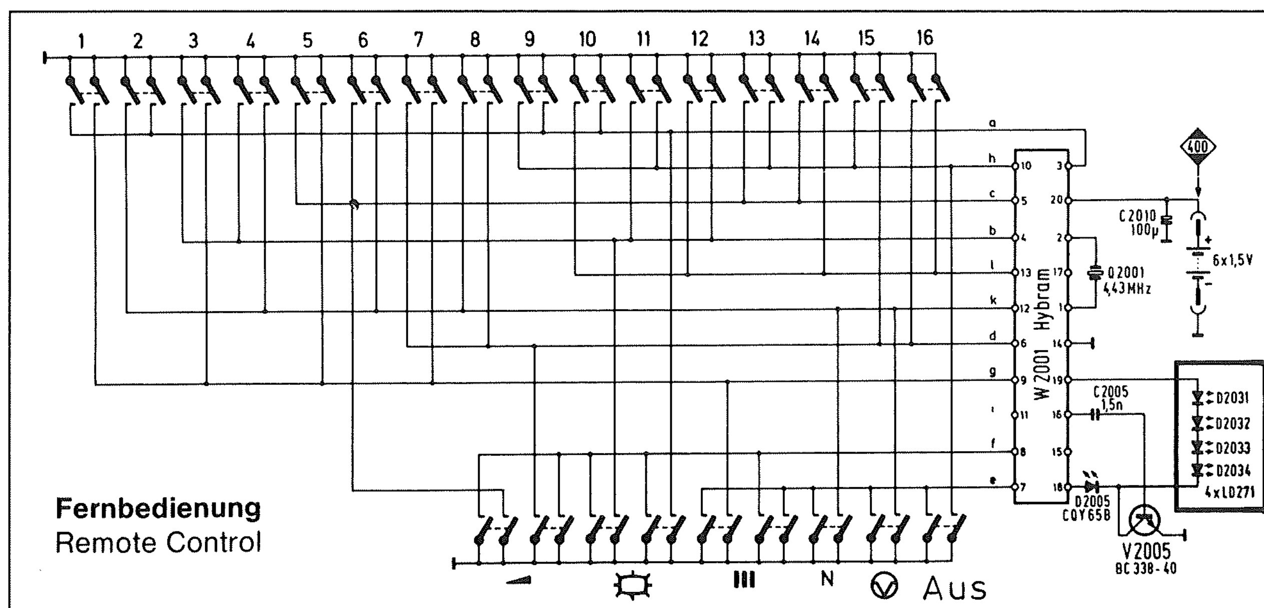
Fout-oorzaak
Overgangs-weerstand op de printplaat.

Diagnose-beschrijving
Bij fouten in afstandsbedieningen moet men eerst altijd controleren of de batterijen het nog wel doen. Deze spanningsmeting moet men uitvoeren in rust en bij het indrukken van een toets. Deze zes Mignon-cellen moeten onbelast een spanning afgeven van ongeveer 9,5V. Bij belasting door het drukken op een van de knoppen moet deze spanning enige tienden volt zakken. Men weet dan dat de batterijen nog goed zijn en dat de schakeling in ieder geval reageert op de bedienings-toetsen.

In professionele service-centra wordt vaak niet eens een poging ondernomen om deze kleine kastjes te repareren. Men gaat er van uit dat de prijs van een nieuwe afstandsbediening niet opweegt tegen het uurloon. Toch zijn deze kastjes vrij duur, wat niet in laatste instantie veroorzaakt wordt door het dure IC dat er in zit. Voor de niet professionele reparateur is het dus zeer zeker lonend aan de slag te gaan!

Bij het genoemde apparaat wordt een SAA 1024 geïntegreerde schakeling toegepast, opgenomen in het schema van

3.12.3 IR-afstandsbediening



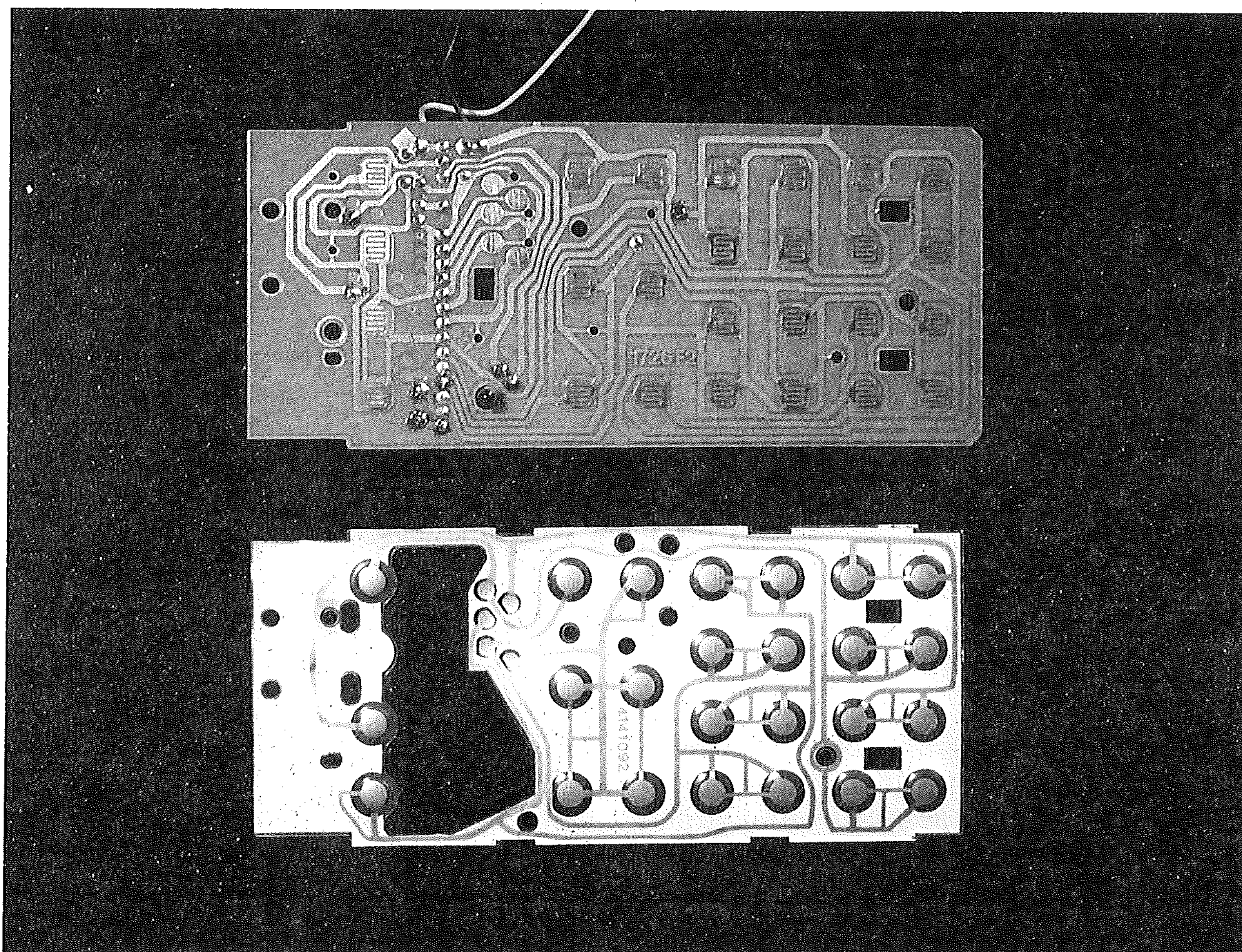
Figuur 5/3.12.3-1: Universeel schema van de afstandsbediening die bij de meeste ontvangers wordt toegepast.

van figuur 5/3.12.3-1. Dit IC van het merk Intermetall wordt in afstandsbedieningen van de meest uiteenlopende merken aangetroffen en steeds in dezelfde schakeling-configuratie. Het enige wezenlijke verschil is dat soms gewerkt wordt met infrarode LED's als zender en soms met ultrasone transducers. Dit doet echter niets af aan de fundamentele schakeling rond het IC. Het IC is in staat 30 verschillende zendfrequenties op te wekken, die niet afgeregeld hoeven te worden omdat zij van een ingebouwde kristal-oscillator met een basis-frequentie van 4,43 MHz worden afgeleid.

Het grote probleem waarmee men geconfronteerd wordt bij het repareren van afstandbedieningen is dat verschillende fabrikaten onortodokse fabrikage-technieken toepassen om de afmetingen van de schakeling zo klein mogelijk te maken. Ook bij dit apparaat wordt het IC samen met een kristal, een elko, een transistor en drie IR-dioden in een hybride-schakeling, HYBRAM genoemd, ondergebracht die als geheel op de print is bevestigd. De meeste toets-schakelingen zijn uitgevoerd in folie-techniek, waarbij een geleidende flexibele kunststof-folie bij het indrukken van een toets op twee printbaantjes op de print wordt gedrukt. Er worden dus twee contacten gesloten, omdat de geleidende folie ook met een printbaantje verbonden is. Een van de contacten van deze dubbelpolige schakelaars is met de massa verbonden, de tweede gaat direct naar een aansluiting van het IC. Ook de folie is met een van de pennen van het IC verbonden.

De foto van figuur 5/3.12.3-2 geeft een indruk van de interne opbouw van een afstandsbediening.

3.12.3 IR-afstandsbediening



Figuur 5/3.12.3-2: Printplaat en contact-folie van de drukschakelaars in de infrarode afstandsbediening IR 16.

In die weliswaar zeer goedkope, maar ook zeer onbetrouwbare schakelaarconstructie ligt de oorzaak van de meeste fouten in afstandsbedieningen. Vaak wordt de fout veroorzaakt door vervuilde folies of door geoxideerde print-contacten. Bij de fabrikage van dit soort apparaatjes houdt men immers geen rekening met het feit dat er in de dagelijkse gebruikerspraktijk wel eens een kop koffie over de afstandsbediening wordt uitgegoten! Soms ontstaan er echter ook contact-onderbrekingen in de aansluitingen van het kristalletje, die blijkbaar ontstaan door de eigen mechanische trillingen van het onderdeel. Deze onderbrekingen zijn duidelijk onder het vergrootglas zichtbaar en zijn door het nalopen van de soldeerverbindingen te verhelpen.

Het is noodzakelijk de functie van alle toetsen te controleren. Door de matrixstructuur van de verbindingen tussen schakelaars en IC kan het namelijk voorkomen dat een bepaalde groep schakelaars het niet doet. Men kan de werking van de schakeling controleren

3.12.3 IR-afstandsbediening

door een oscilloscoop op pen 15 van het IC of op pen 16 van de "HYBRAM" aan te sluiten en te controleren of de zend-puls ontstaat als men op een toets drukt. Is deze puls bij alle toetsen aanwezig, dan werkt de eigenlijke zender-oscillator naar behoren en ligt de fout in de eindtrap, dus in de infrarode of ultrasone zender. Verdacht zijn de eindtransistor, een van de LED'f os de ultrasone transducer die vaak overstuurd wordt om voldoende vermogen te leveren.

Stelt men echter vast dat er bij een aantal toetsen geen signaal op de uitgang van het IC verschijnt, dan moet men zorgvuldig noteren welke schakelaars het wel doen en welke niet. Aan de hand van dit lijstje en het schema van figuur 5/3.12.3-1 kan men dan zeer snel nagaan in welke verbinding er iets fout zit. Zoals reeds gezegd worden er bij dit IC bij iedere toetsdruk twee contacten met massa verbonden. Als er meer of minder pennen naar massa worden getrokken zal het IC geen uitgang genereren. Het zou kunnen dat één van de pennen van het IC door vervuiling kortgesloten is naar massa. Veel waarschijnlijker is het echter dat door vervuiling van de contacten een pen halverwege de voeding en de massa blijft "hangen". Men kan dit met een universeelmeter opmeten. De pennen, die open staan, liggen op het voedingspotentiaal, de pennen die via de folie met massa verbonden worden liggen op een gemiddelde spanning van 3V. Denk er aan dat het begrip "kortsluiten naar massa" bij folie-schakelaars met een korreltje zout genomen moet worden. De folieschakelaars hebben een relatief hoge overgangs-weerstand, een waarde van 30 kΩ is niet ongewoon!
Meet men op een pen een andere spanning dan de volle voedingsspanning bij niet gedrukte toetsen, dan moet men deze pen loskoppelen van de rest van de schakeling en nadien weer de spanning erop meten. Als deze nu wel gelijk is aan de voedingsspanning dan weet men zeker dat er vervuiling tussen de kammen van minstens één print-contact aanwezig is, die de overgangs-weerstand van de contact zo ver verlaagt dat de spanning op de pen onder de kritische waarde wordt getrokken.

Voor het schoon maken van de print kan men een van de in de handel verkrijgbare spuitbussen gebruiken. Het gaat echter minstens net zo goed met een glasvezel-gummetje, dat bij iedere kantoorhandel verkrijgbaar is. Het voordeel daarvan is dat de reinigingsmiddelen kunststof delen van de behuizing kunnen aantasten ook al wordt er op de bus uitdrukkelijk vermeld dat het middel volkomen onschadelijk is!

Na grondige reiniging van de print meet men de spanningen op alle pennen van het IC, die met de schakelaarmatrix verbonden zijn. Meet men nu overal een hoge spanning, dan zet men de scoop weer op de uitgang van het IC en controleert of er bij alle toetsen een signaal wordt gegenereerd.

Tot slot nog een tip voor het controleren van ultrasoon werkende afstandsbedieningen. Over een in goede staat verkerende ultrasone transducer staat gedurende de werking een wisselspanning van tussen de 100 en 200V top tot top.

3.12.4 Defecte tuner

5/3.12.4 Defecte tuner

Apparaat
Grundig 6050

Symptomen
Sneeuwrijk beeld, geluid bij zwakke zenders nauwelijks hoorbaar boven de ruis.

Fout-oorzaak
Kortsluiting in kondensator.

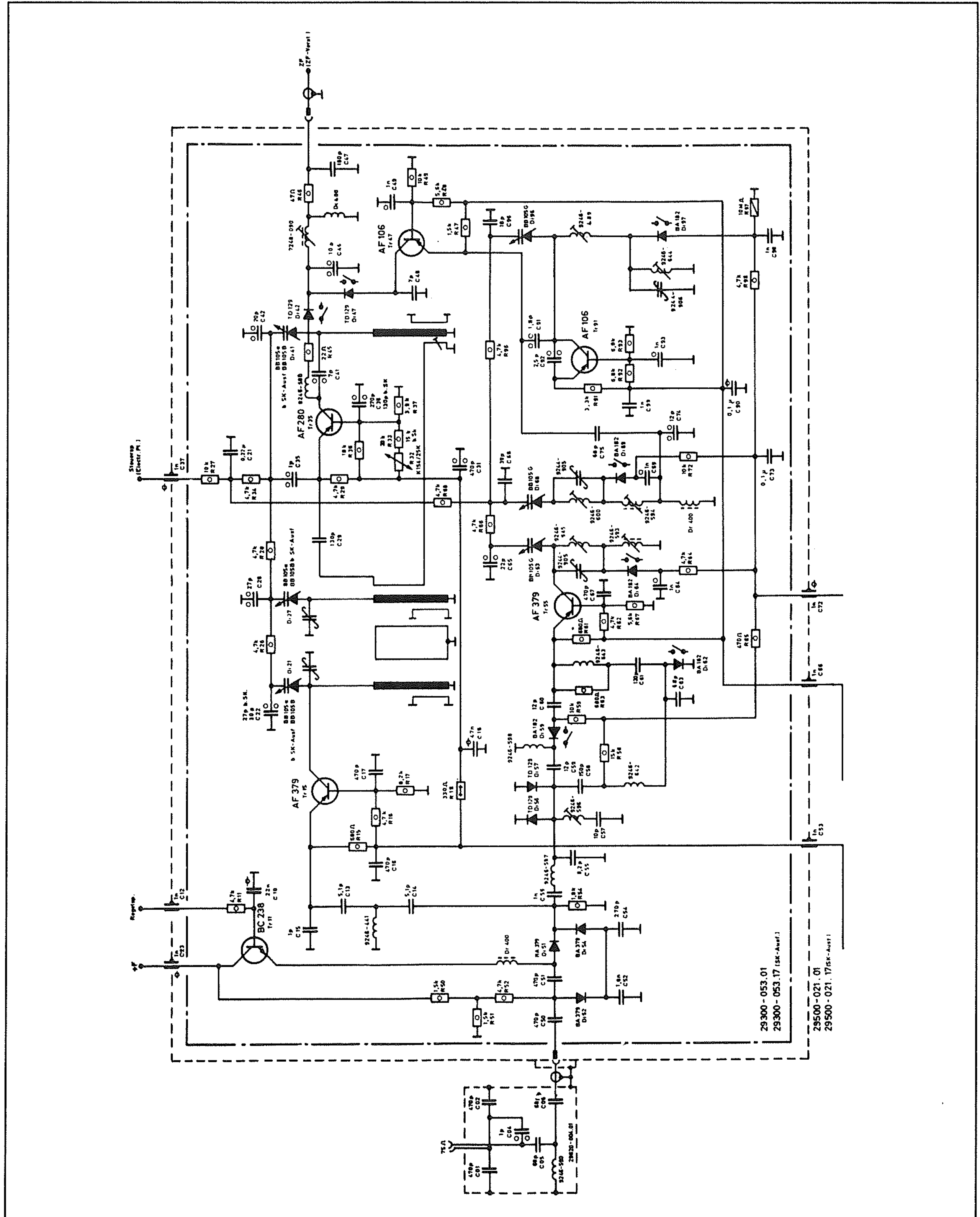
Diagnose-beschrijving
De beschreven symptomen wijzen in de meeste gevallen steeds naar de tuner als fout-bron. Uiteraard moet men eerst controleren of de antenne-richting waarop het apparaat is aangesloten goede signalen levert. Vaak blijken er bij kabelnetten nogal eens verzwakkingen op te treden doordat abonnees zeer ondeskundig extra ontvangers op de kabel aansluiten. Het verhaal gaat dat inspecteurs wel eens antenne-kabel verlengingen aantreffen die met gewoon tweelingsnoer tientallen meters langs de plinten zijn gespijkerd...

Tuners repareren is niet voor iedereen weggelegd. Er zijn veel professionele service-stations waar principieel niet in tuners gesoldeerd wordt. De minste of geringste verbuiging van een onderdeel kan namelijk al tot gevolg hebben dat een oscillator-kring of afgestemde versterker volledig ontregeld wordt. En zonder zeer dure meetapparatuur kan men het zelf opnieuw afregelen van een tuner wel vergeten.
Bovendien bieden de meeste fabrikanten relatief goedkope gerepareerde tuners aan in ruil voor het defecte moduul.

Als men toch bereid is de risico's voor lief te nemen en er niet voor terug schrikt de afgeschermde behuizing van de tuner te openen, dan kan men het best als volgt te werk gaan. Voor het schema van de in de Grundig 6050 toegepaste tuner wordt verwezen naar figuur 5/3.12.4-1.

Het antenne-signaal moet rechtstreeks aan de ingangstrap van de tuner worden aangeboden. Het is echter wel noodzakelijk dat de antenne galvanisch gescheiden blijft van de elektronica van de ontvanger, 220V wisselspanning op het kabelnet zal maar matig gewaardeerd worden! Vandaar dat er tussen de centrale ader van de coaxiale antenne-kabel en een testpunt een condensator met een doorslagspanning van 400V wordt opgenomen.
De waarde van dit onderdeel is veel minder belangrijk dan de waarde van de doorslagspanning. Enige honderden pF is goed genoeg. Met het vrije einde van deze condensator wordt het antenne-signaal eerst aan de basis van de ingangstransistor en nadien aan de collector aangeboden.
Is het beeld na de transistor beter dan dat voor de transistor, dan heeft men de fout gelocaliseerd. De transistor is defect of is verkeerd ingesteld. De instelling wordt gecontroleerd met een op gelijkspanning geschakelde universeelmeter: de collector-emitter spanning ligt tussen de helft 3/4 van de voedingsspanning.
Is deze spanning in orde, dan moet men de transistor door een identiek exemplaar vervangen en er zorgvuldig op letten dat dit onderdeel op dezelfde manier en in dezelfde stand wordt ingesoldeerd als de voorganger.

3.12.4 Defecte tuner



Figuur 5/3.12.4-1: Schema van de in de Grundig 6050 toegepaste tuner.

Een tweede bron van storingen is de schakeling die de vertraagde regelspanning verzorgd. Deze schakeling rond transistor Tr 11 levert de voorspanning voor de PIN-dioden Di 51, 52 en 54. Deze dioden hebben tot taak een te groot antenne-signaal te verzwakken. Vaak zijn deze dioden in een soort geïntegreerde schakeling ondergebracht en dan zit er niets anders op dan alle dioden te vervangen. Soms worden deze dioden via een impedantie-omzetter aangestuurd, men treft hiervoor vaak een als emitter-volger geschakelde transistor aan.

De tuner in de Grundig 6050 heeft afzonderlijke voor- en meng-trappen voor UHF en VHF. Als de storing op beide bereiken optreedt, heeft men een duidelijke aanwijzing dat de fout slechts in de gemeenschappelijke antenne-kring aanwezig kan zijn. Men moet dan de spanningen op de emittervolger gaan meten. In het praktijk-voorbeeld bleek er bij een voedings-spanning van 15V slechts 1V op de basis en 0,4V op de emitter aanwezig te zijn. Dit heeft tot gevolg dat diode Di 51 gespert is en de dioden Di 52 en Di 54 geleiden. Het antenne-signaal wordt door deze diode-instelling zeer verzwakt waardoor de ruis in beeld en geluid wordt verklaard. Voor de basis-weerstand R 11 wordt een gelijkspanning van 5V gemeten. Over de weerstand valt dus een spanning van 4V, hetgeen theoretisch onmogelijk is omdat de emittervolger nauwelijks basis-stroom trekt. De fout moet dus in de condensator C 10 zitten. Na vervanging van dit onderdeel bleek dat er op de basis een spanning van 10 V aanwezig was en dat het normale beeld en geluid aanwezig waren.

Meten van de weerstand van de condensator bracht aan het licht dat dit onderdeel intern een minuscuul kortsluitinkje moest vertonen, waardoor een spanningdeler met weerstand R 11 werd gevormd en het veel te lage basispotentiaal verklaard werd.

De schakelingen van de automatische vertraagde sterkteregeling werken met gelijkspanningen. Men kan dus rustig onderdelen uit- en insolderen zonder dat men angst moet hebben dat de tuner ontregeld wordt.

5/3.12.5 Voeding uitgevallen

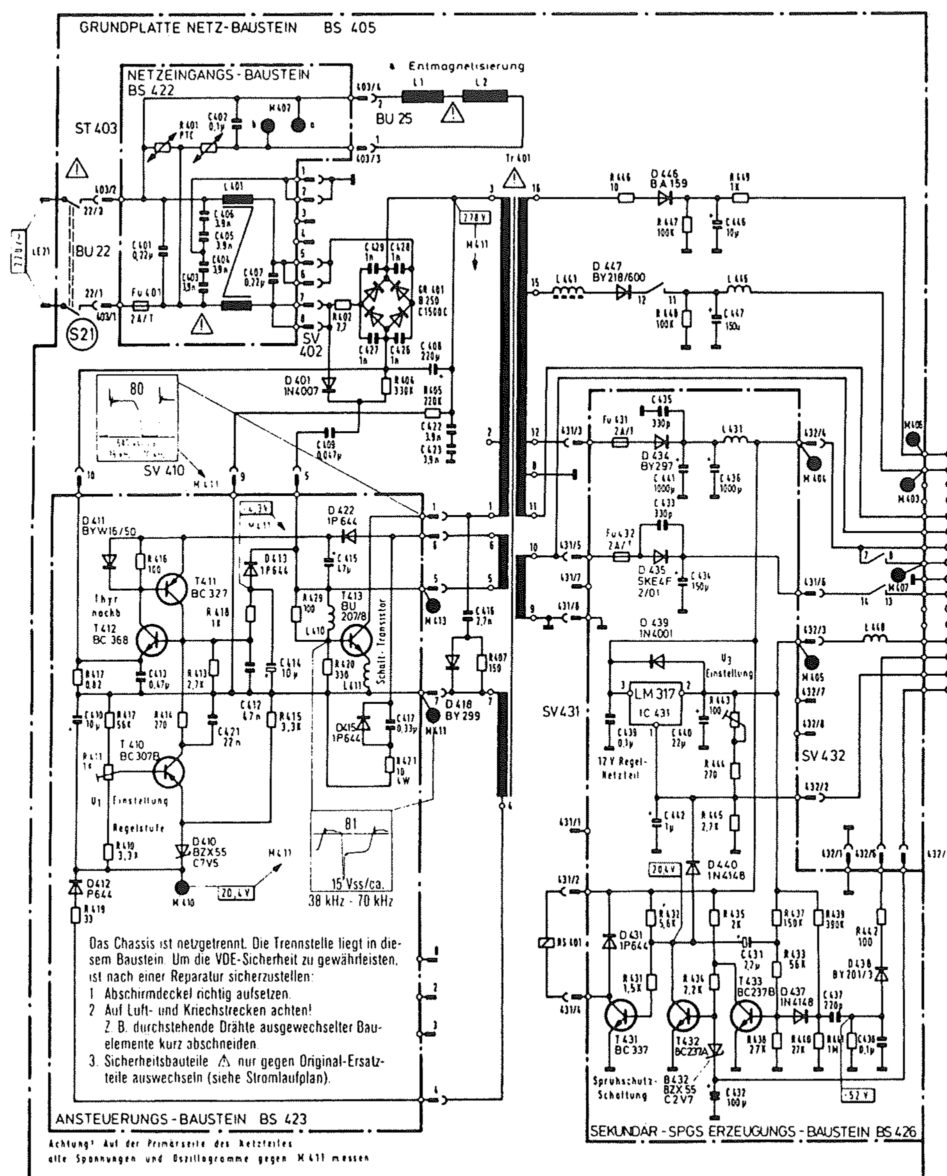
Apparaat
Telefunken 712a

Symptomen
Geen geluid, geen beeld.

Fout-oorzaak
Diode in voeding defect.

Diagnose-beschrijving
Bij apparaten die na het aanschakelen absoluut geen teken van leven geven valt de verdenking uiteraard in de eerste plaats op de voeding. Het eerste dat men dan ook moet controleren is of er geen onderbrekingen zitten in de netsteker, het netsnoer, de netschakelaar en de bedrading van deze schakelaar naar de voeding. Gebruik hiervoor liever de ohm-methode dan de spanning-methode! Een onderbreking kan veel beter met een weerstands-meting worden opgespoord dan met een spannings-meting en is bovendien veilig. Natuurlijk mag men alleen weerstanden meten als het apparaat van het net is losgekoppeld!

3.12.5 Voeding uitgevallen



Figuur 5/3.12.5-1: Voeding van de Telefunken 712a.

3.12.5 Voeding uitgevallen

Het besproken apparaat is uitgerust met een voeding die volgens het geschakelde principe werkt. Het volledige schema is getekend in figuur 5/3.12.5-1. Uit dit schema blijkt duidelijk dat de voeding vrij verouderd is. Er wordt immers nog geen speciaal IC voor het besturen van de geschakelde voeding toegepast. Deze eerste generatie geschakelde voedingen was samengesteld uit een schakel-transistor, een thyristor en een regeltrap. Ook hier kunnen deze basis-onderdelen terug gevonden worden, zij het dat de thyristor is "nagemaakt" door middel van een PNP-NPN combinatie T 411 en T 412.

De schakeltransistor moet heel wat vermogen verwerken en is dus door zijn behuizing en de koelplaat onmiddellijk terug te vinden. In dit geval wordt een BU 208 (T 413) toegepast.
Het kost nu niet veel moeite de voedingsspanning van deze "hacker" op te meten. Een voltmeter, geschakeld tussen het referentie-punt M 411 en de collector van de BU 208, wijst 280V aan, een bruikbare waarde.

Als tweede stap wordt het module verwijderd, dat uit de secundaire wisselspanning van de trafo de verschillende voedingsspanningen afleidt. Dit module wordt in dit geval "Sekundär SPGS Ertzeugungs Baustein" genoemd en kan eenvoudig uit de basis-print getrokken worden.
Hierbij past echter een zeer belangrijke opmerking. De regelschakeling en de trafo hebben een minimale belasting nodig. In dit schema wordt deze belasting verzorgd door de onderdelen D 446 en R 447, zodat men zonder problemen de bouwsteen kan verwijderen.

Bij sommige apparaten is het echter noodzakelijk de trafo met een 20 W - 220 V gloeilampje te belasten.

Na verwijdering van het module blijkt het apparaat nog steeds niet te werken. De fout moet dus op de basis-print aanwezig zijn. De oscillator-kring wordt gevormd door de onderdelen D 401, R 404 en C 409. Bij nameten blijkt de weerstand een waarde van ongeveer 1 MΩ te hebben in plaats van de opgegeven 220 kΩ. Vervangen van deze weerstand heeft echter geen resultaat.
De onderdelen C 416, D 418 en R 407 sluiten grote spanningspieken over de BU 208 kort. Dit netwerk blijkt na meting in orde. Als men er van uitgaat dat een fout in de trafo zelf niet voor de hand ligt, blijven in feite alleen de onderdelen D 446 en C 446 als verdachten over. Na meting blijkt de diode intern kortgesloten te zijn. Omdat de voeding onmiddellijk na het ontstaan van deze sluiting is uitgevallen, is de beveiligings-weerstand R 446 niet doorgebrand.

Na reparatie van een voeding moet men steeds alle voedingsspanningen op juiste waarde controleren. Grote afwijkingen kunnen de vreemdstoortigste symptomen tot gevolg hebben, die in eerste instantie niet aan de voeding toegeschreven worden. Het controleren van de voedingsspanningen is een van de eerste zaken die men bij iedere reparatie moet doen!

Het feit dat een apparaat volledig dood lijkt, hoeft niet per definitie te betekenen dat er iets fout is in de voeding. Zo zou er bijvoorbeeld net zo goed een fatale fout in de horizontale afbuiging

aanwezig kunnen zijn. Ook een ernstig defect in de tuner heeft bij sommige TV's tot gevolg dat het apparaat niets meer doet. Deze ontvangers zijn uitgerust met een soort ruis-onderdrukking die beeld en geluid uitschakelt als er een veel te zwak signaal uit de tuner komt.

5/3.12.6 Beeld verschijnt eerst na twee minuten

Apparaat
Telefunken 712

Symptomen
Hoogspanning komt zeer langzaam op, sterke brom in de luidspreker tot de hoogspanning op volle waarde is.

Fout-oorzaak
Koppel-condensator naar de horizontale stuurtrap heeft groot capaciteitsverlies.

Diagnose-beschrijving
Fouten, die eerst na een bepaalde tijd of kortstondig bij het aanschakelen van het apparaat optreden, zijn het moeilijkst op te sporen. In de meeste gevallen heeft men slechts enige minuten de tijd om de oorzaak van de storing op te sporen en moet men nadien lang wachten tot alle onderdelen weer zijn afgekoeld alvorens de oorspronkelijke storings-condities worden hersteld.
Gelukkig kan men een beroep doen op een handige haardroger of de bus met koude-spray om onderdelen op te warmen of af te koelen.

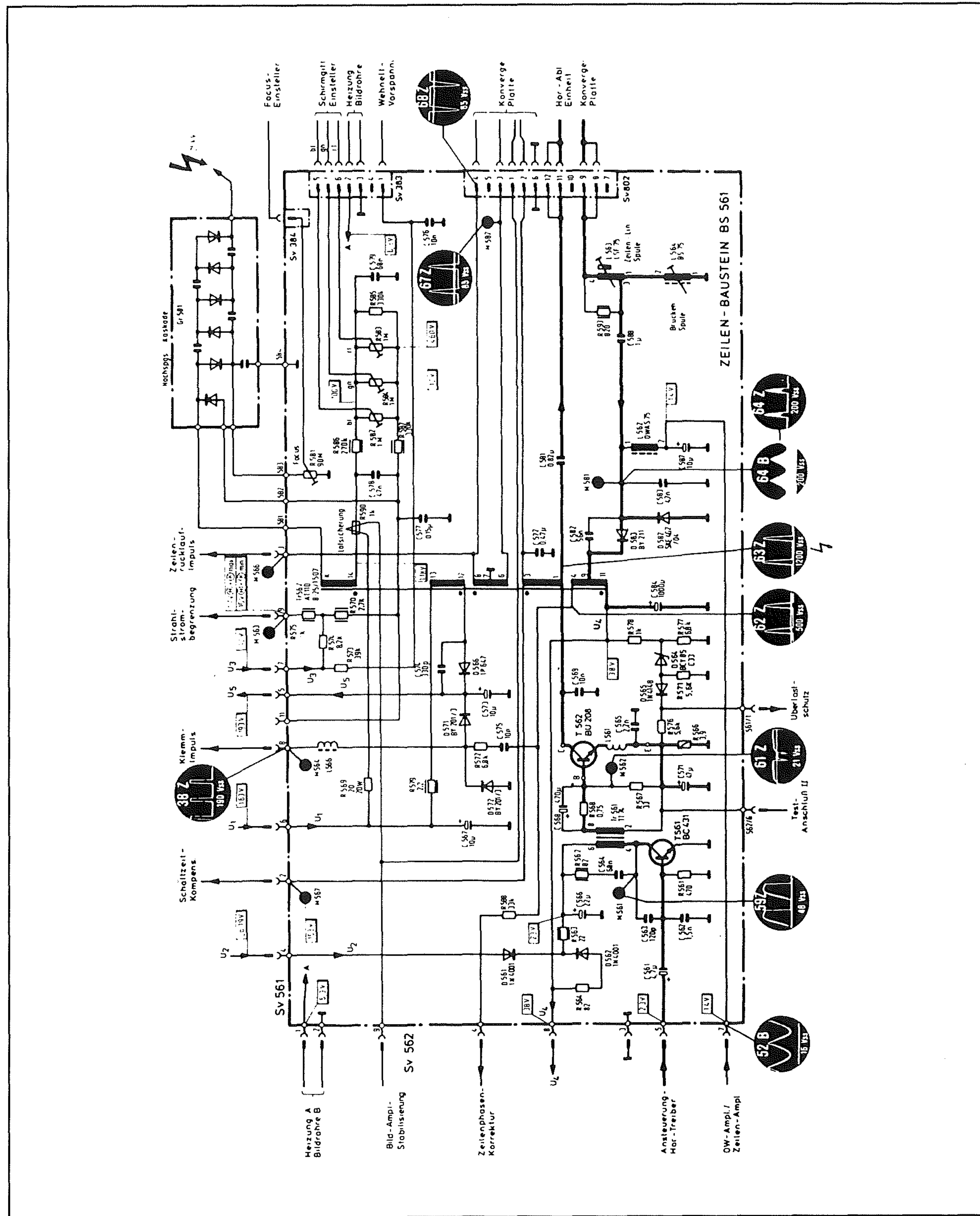
Het schema van de hoogspanningstrap van het apparaat is getekend in figuur 5/3.12.6-1.

Om de slecht functionerende trap zo snel mogelijk op te sporen wordt begonnen met het meten van alle voedingsspanningen. Op de collector van T 562, een BU 208, wordt een spanning van 153 V gemeten, een bevredigende waarde. Op de emitter wordt echter geen spanning aangetroffen. Op de collector van de driver-transistor wordt 18 V gemeten, een te lage waarde. Want volgens de service-dokumentatie zou hier een spanning van 23 V moeten staan.
Deze spanning wordt afgeleid uit de transformator en via een diode-modulator D 562/D 564, de begrenzings-weerstand R 564 en diode D 562 aan de collector aangeboden.
Laatstgenoemde diode vormt met soortgenoot D 561 een soort van OR-poort. Bij het aanschakelen van het apparaat wordt de spanning voor de driver-transistor via diode D 561 uit de voeding betrokken. Want zodra de oscillator werkt en de transformator spanning levert wordt de functie van voedingsleverancier door het reeds genoemde netwerk en diode D 562 overgenomen.

Men kan uit deze eerste metingen besluiten dat de voedingsspanningen aanwezig zijn en dat de fout ergens in de horizontale afbuiging gezocht moet worden.
Ondertussen doet het apparaat het natuurlijk vrij behoorlijk, op de te geringe beeldbreedte na. Het is verstandig hier niets uit te besluiten, omdat dit verschijnsel al lang aanwezig kan zijn en het niet uitgesloten is, dat dit niets met de fout te maken heeft.

Het apparaat wordt uitgeschakeld en ondertussen wordt de oscilloscoop op-

3.12.6 Beeld verschijnt eerst na twee minuten



Figuur 5/3.12.6-1: De hoogspannings-generator uit de Telefunken 712.

3.12.6 Beeld verschijnt eerst na twee minuten

gewarmd. Na verloop van enige tijd wordt de TV weer ingeschakeld en onmiddellijk de spanning op de basis van de BU 208 gemeten. Uit veiligheidsoverwegingen wordt de probe ingesteld op de 1/10 verzwakker-stand. Het signaal heeft de juiste vorm, maar is slechts 2 V hoog. Op de collector van de driver-transistor staat een gelijkvormige spanning en niet de te verwachten halve sinussen, bovendien is het signaal maar 20 V groter. Veel verder komt men daar ook niet mee, omdat nog steeds onduidelijk is of dit een gevolg is van de fout of van de te lage voedingsspanning.
Dus meten op de "koude" aansluiting van de primaire wikkeling van de trafo: een impuls van 6 V gesuperponeerd op een netgesynchroniseerde zaagtand. Na het hernieuwd uitschakelen van het apparaat wordt condensator C 566 doorgemeten. Een miniatuur elektrolytische condensator met een waarde van 22 μF en een doorslagspanning van 40 V. Aan de sporen verdroogd elektroliet aan de onderzijde te merken, moet dit onderdeel lek zijn. Na vervanging van deze elco blijkt er op de trafo geen 50 Hz wisselspanning te meten, maar werkt het apparaat nog steeds niet. De stuurimpuls van de oscillator wordt via condensator C 561 verder geleid. Het signaal voor de condensator komt overeen met dat wat op de service-dokumentatie is ingetekend. Na de condensator klopt er echter niets meer van! Bij het verwisselen van dit onderdeel door een nieuwe soortgenoot blijkt het apparaat te werken, zelfs de beeldbreedte is weer in orde!

Na de reparatie wordt de sessie afgesloten met de algemene instel-werkzaamheden voor de volledige ontvanger. Men mag in ieder geval niet vergeten de spanning op de collector van de BU 208 nog eens te meten. Zou de condensator C 569 verouderd zijn, dan kan het voorkomen dat er een impulsspanning ontstaat die verschillende honderden volt hoger is dan officiëel is toegestaan. Een en ander kan tot doorslag van de transistor leiden. Bovendien wordt daardoor ook de hoogspanning van de beeldbuis veel hoger dan normaal hetgeen tot vernieling van de trafo, de cascadegelijkrichter en de beeldbuis kan voeren.

5/3.12.7
Oost-west correctie defect

Apparaat
Telefunken 711a

Symptomen
Beeld vertoont kussenvervorming in horizontale richting en is te smal, het geluid is zoals het hoort.

Fout-oorzaak
Onderbroken diode, waardoor enige transistoren zijn doorgeslagen.

Diagnose-beschrijving
Alvorens het opsporen van de oorzaak van deze fout te beschrijven is het misschien nuttig even wat meer informatie te geven over de begrippen "kussenvervorming", "oost-west correctie" en "noord-zuid correctie". Begrippen die voor de professionele reparateur zeer bekend zijn, maar de doe het zelver waarschijnlijk niets zeggen.
De beeldbuis van een TV bestaat uit een elektronen-kanon en een scherm. In theorie zou men het kanon kunnen opvatten als een puntstraler en het scherm als een deel van het oppervlak van een bol met de puntstraler als middelpunt. Als dat in de praktijk het geval zou zijn, dan zou ieder punt van het scherm op dezelfde af-

3.12.7 Oost-west correctie defect

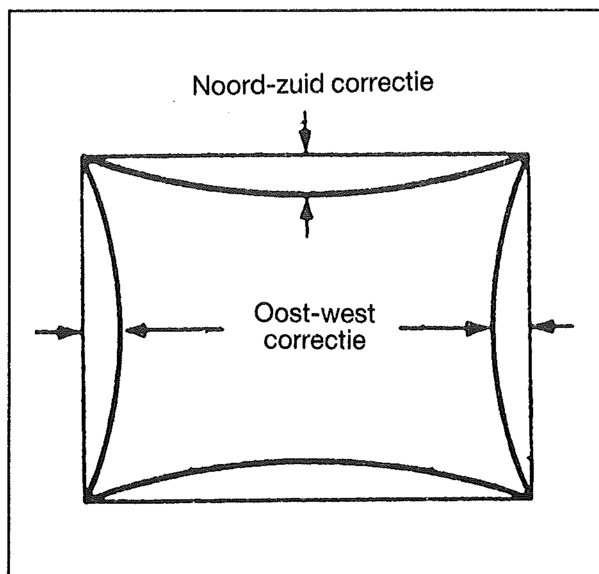
stand van het kanon liggen en zouden de drie elektronenstralen steeds dezelfde afstand afleggen tijdens het schrijven van een beeld. Nu is het scherm van de beeldbuis alles behalve een bolvormige schil, maar een vrij plat oppervlak. Het gevolg is dat de afstand tussen het elektronenkanon en een punt in het midden van het scherm kleiner is dan de afstand tussen het kanon en een punt in een van de hoeken van het scherm gelegen. Als wij er van uit gaan dat de snelheid van de elektronen constant is, dan doet een door het kanon uitgezonden elektron er langer over om een hoekpunt van het scherm te bereiken dan een punt in het midden van het scherm. Het gevolg is dat het elektron in het eerste geval langer bloot staat aan de werking van de afbuigspoelen en dus meer wordt afgebogen dan in het tweede geval. Zonder corrigerende maatregelen zou het beeld op het scherm niet rechthoekig zijn, maar een soort kussenvorm hebben. Dat is getekend in figuur 5/3.12.7-1. Deze vervorming treedt in beide richtingen op en analoog naar de kompas-richtingen op een landkaart noemt men de kussenvervorming in de horizontale richting de oost-west vervorming en deze in de verticale richting de noord-zuid vervorming. In de schakeling van het apparaat zijn twee compenserende kringen aanwezig, die deze vervormingen compenseren en die oost-west en noord-zuid compensatieschakelingen worden genoemd. De vakman heeft het kortheidshalve over de "oost-west" en de "noord-zuid".

Terug nu naar het defecte toestel! Het testbeeld van figuur 5/3.12.7-2 duidt zonder enige twijfel op een fout in de oostwest. In de meeste gevallen is deze compensatie-schakeling samengesteld uit twee modulatie-dioden die zijn aangesloten op een aftakking van de lijn-trafo en via een spoel een versterkertje sturen dat de vorm van de afbuigspanning zo aanpast dat de afbuigsnelheid niet constant is over het gehele scherm, maar toeneemt naarmate men het midden van het scherm nadert.
Het schema van dit deel van de Telefunken 711a is getekend in figuur 5/3.12.7-3. Na enig logisch zoeken treft men de modulatie-dioden aan onder de codes D 562 en D 563.
Op het knooppunt van beide onderdelen wordt niet de opgegeven 4,7 V gemeten maar 35 V! Uit ervaring weet de geoefende reparateur dat men bij deze schakeling slechts kortsluitingen meet als men de dioden in ingebouwde toestand zou uitmeten. Er zit dus niets anders op dat beide onderdelen te slopen en na de bekende weerstandsmetingen bleek dat een van de dioden, namelijk D 563, intern onderbroken was. In plaats van de in het schema opgegeven BXY 55'ers waren dioden van het type SKE 4F 2/04 aanwezig. Deze werden vervangen door exemplaren van het model KE 4F 2/06, die tegen grotere stromen bestand zijn.

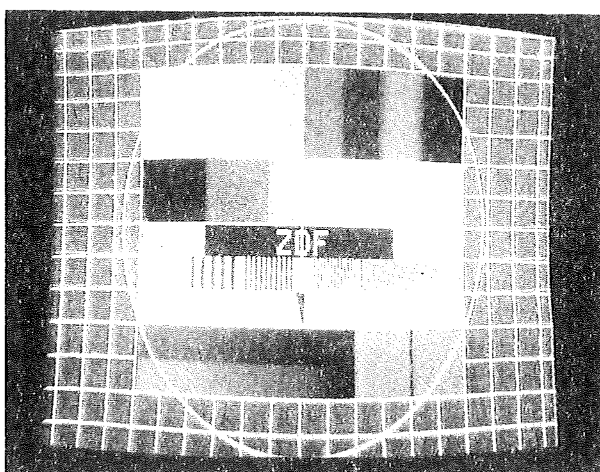
Let er op dat, zoals trouwens overal in de horizontale afbuiging, hier alleen "snelle" dioden ingesoldeerd mogen worden. Onder "snel" wordt verstaan dat de dioden in staat moeten zijn de vrije ladingsdragers snel af te voeren als het onderdeel overschakelt van geleiden naar sperren. Men kan deze dioden dus niet vervangen door gewone gelijkrichter-dioden, deze zijn veel te traag!

Het beeld bleek er na het vervangen van de dioden niet veel beter op geworden. Al experimenterende werd aan de instelpotentiometers R 591, R 599 en R 601 ge-

3.12.7 Oost-west correctie defect



Figuur 5/3.12.7-1: Kussenvervorming bij niet gecompenseerde schakeling in de oost-west en noord-zuid richting.



Figuur 5/3.12.7-2: Testbeeld op het ter reparatie aangeboden apparaat met duidelijke kussenvervorming en te smal beeld.

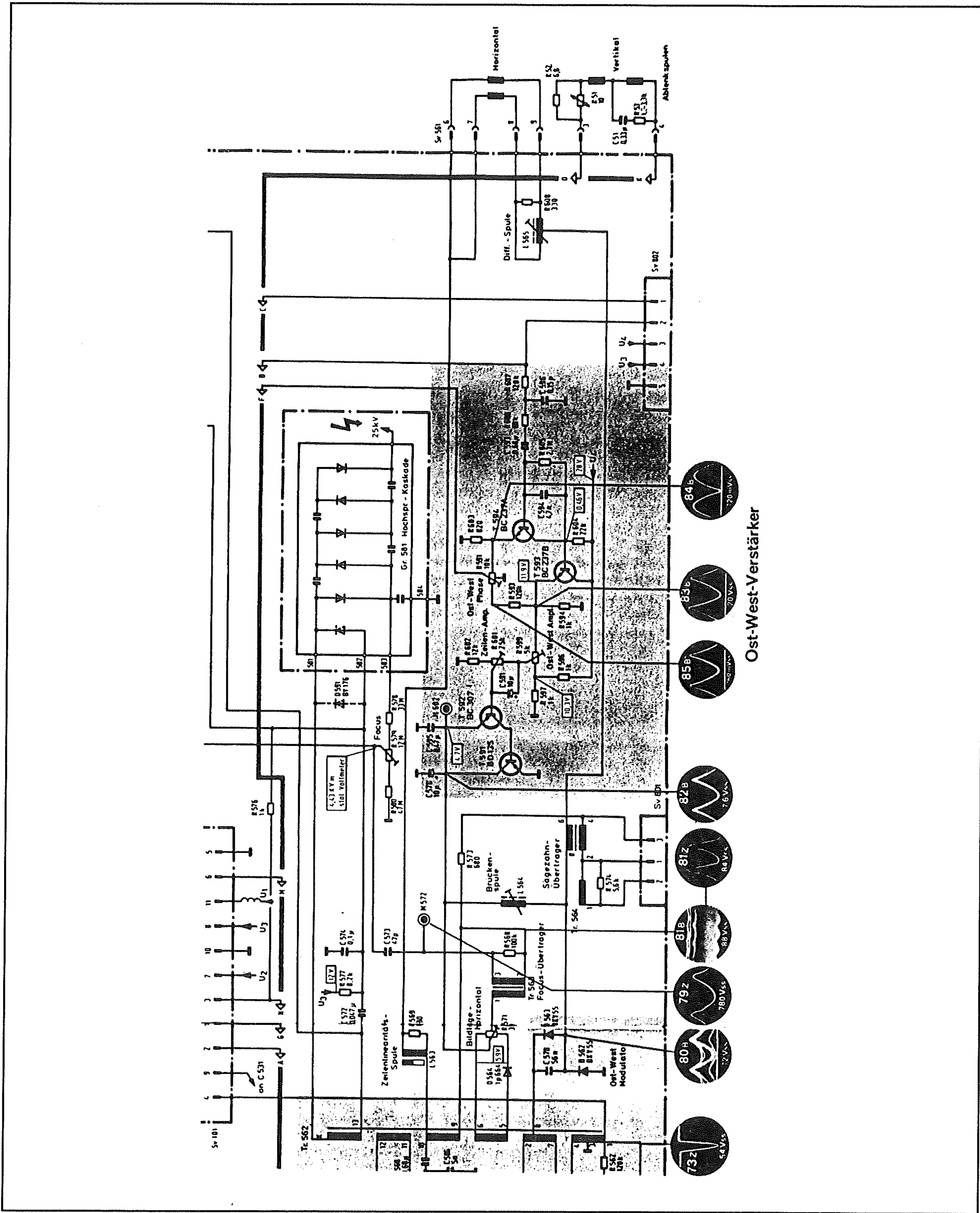
draaid. Alleen het verdraaien van R 599 bleek enig zichtbaar resultaat te hebben. Op de kollector van transistor T 591 bleek 10 V te staan, spanning die ook op de basis werd aangetroffen. De emitter van dit onderdeel ligt aan de massa, het is dus absoluut onmogelijk dat er zo'n hoge spanning op de basis kan staan. Dit wijst eenduidig op een interne onderbreking van de basis-emitter overgang. Na vervanging van deze halfgeleider bleek de schakeling nu een beetje te reageren op het verdraaien van R 591, iets meer dan voorheen op R 599 en slechts in de laatste 20° van R 601. Bij metingen aan transistor T 592 bleek dat dit onderdeel eveneens defect was. Na het vervangen van deze halfgeleider lieten de vervorming en de beeldbreedte zich zonder problemen instellen.

Ter algemene controle werden de spanningen over de diverse halfgeleiders gemeten:
- transistor T 592:
  emitter= 3,9 V;
  basis= 3,75 V;
  kollector= 0,6 V.
- transistor T 591:
  emitter= 0V;
  basis= 0,6 V;
  kollector= 3,9 V.

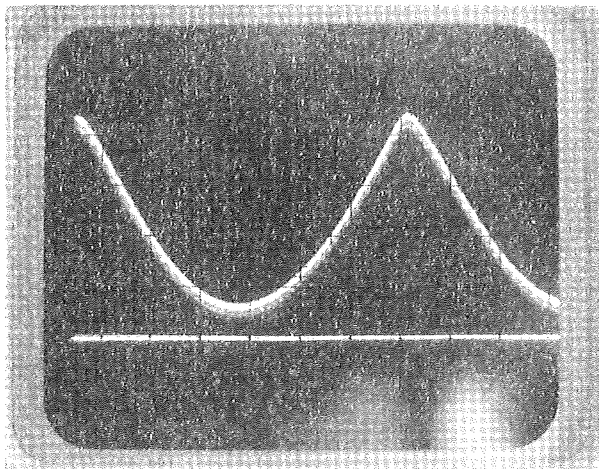
Als men alleen afgaat op deze gelijkspanningsmetingen zou T 592 gesperd moeten zijn. Bekijkt men echter met een oscilloscoop de spanning op de basis (zie figuur 5/3.12.7-4), dan wordt duidelijk dat ondanks deze gelijkspanningsinstelling deze halfgeleider toch goed werkt. De spanning van 3,9 V wijkt nogal wat af van de in de service-dokumentatie opgegeven 4,7 V. Dit signaal is echter zeer afhankelijk van de instelling van de beeldbreedte-regeling en deze afwijking zegt dus erg weinig over de konditie van de schakeling.

De amplitude van het lijn-signaal is bij deze schakeling afhankelijk van de instelling van de hoogspanning en van de beeldbreedte. Men doet er dus verstandig aan

3.12.7 Oost-west correctie defect



Figuur 5/3.12.7-3: Schema van de oost-west correctieversterker in de Telefunken model 711 a.



Figuur 5/3.12.7-4: Het signaal op de basis van T 592, gerefereerd naar de nul-as.

de waarde van de hoogspanning op te meten en eventueel te corrigeren. Bij dit apparaat wordt een waarde van 190 V opgegeven bij een straalstroom van 0. Na eventueel noodzakelijke herijking wordt tot slot de beeldbreedte en oost-west compensatie nog eens geoptimaliseerd.

5/3.12.8 Automatische zenderzoek-schakeling defect

Apparaat
Grundig 8400

Symptomen
Normaal beeld, geen geluid.

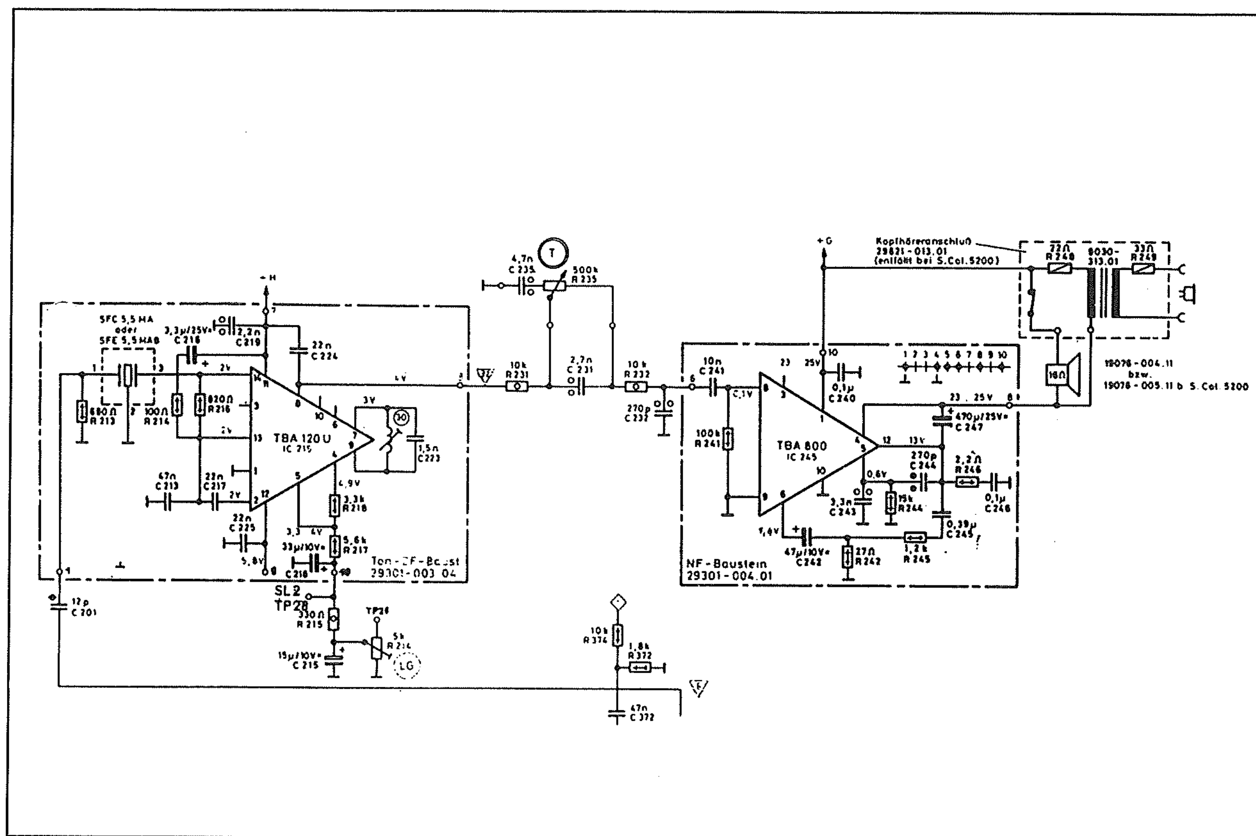
Fout-oorzaak
Onderbreking op de printplaat van de zenderzoek-module.

Diagnose-beschrijving
Het volledig ontbreken van het geluid wijst op een fout in een van de onderstaande blokken van het totale schema:
- de laagfrequent versterker;
- de luidspreker;
- de geluidsmiddenfrequent versterker met demodulator;
- eventueel aanwezige luidsprekertransformator.

Bij apparaten die reeds zijn voorzien van stereo-faciliteiten met de mogelijkheid quasi-stereofonie te produceren moet men bovendien ook de verschilversterker, de stereodemodulator en de soms zeer uitgebreide automatische omschakeling op de verdachtenbank zetten.

Bij dit apparaat werd begonnen met het testen van de laagfrequent eindversterker en de middenfrequent trap waarvan het schema getekend is in figuur 5/3.12.8-1. De eindversterker bleek in orde. Op de uitgang van de demodulator bleek geen laagfrequent signaal aanwezig, hoewel alle gelijkspanningen die gemeten werden voldeden aan de specificaties van de fabrikant.
Het vervangen van het MF-module van het geluid bracht ons geen stap verder.
De onderdelen rond de TBA 120 U werden aan een nauwkeurig onderzoek onderworpen. Op pen 5 van het IC werd een spanning van ongeveer 3 V gemeten, lager dus dan de aangegeven waarde. Uit het schema blijkt duidelijk dat deze spanning afkomstig is van de loper van potentiometer R 214, de volume-regelaar. Het is dus duidelijk dat dit punt gebruikt wordt voor het toevoeren van de regelspanning voor het volume. Bij het loskoppelen van aansluiting 10 van het module, de pen die deze spanning aan de schakeling aanbiedt, bleek het geluid met volle sterkte aanwezig. Uit het algemene blokschema van het apparaat volgt dat op deze pen niet alleen de loper van de potentiometer is aangesloten maar ook twee leidingen die naar de automatische zenderzoek-schakeling

3.12.8 Automatische zenderzoek-schakeling defect



Figuur 5/3.12.8-1: De middenfrequent schakeling van het geluid en de LF-eindversterker.

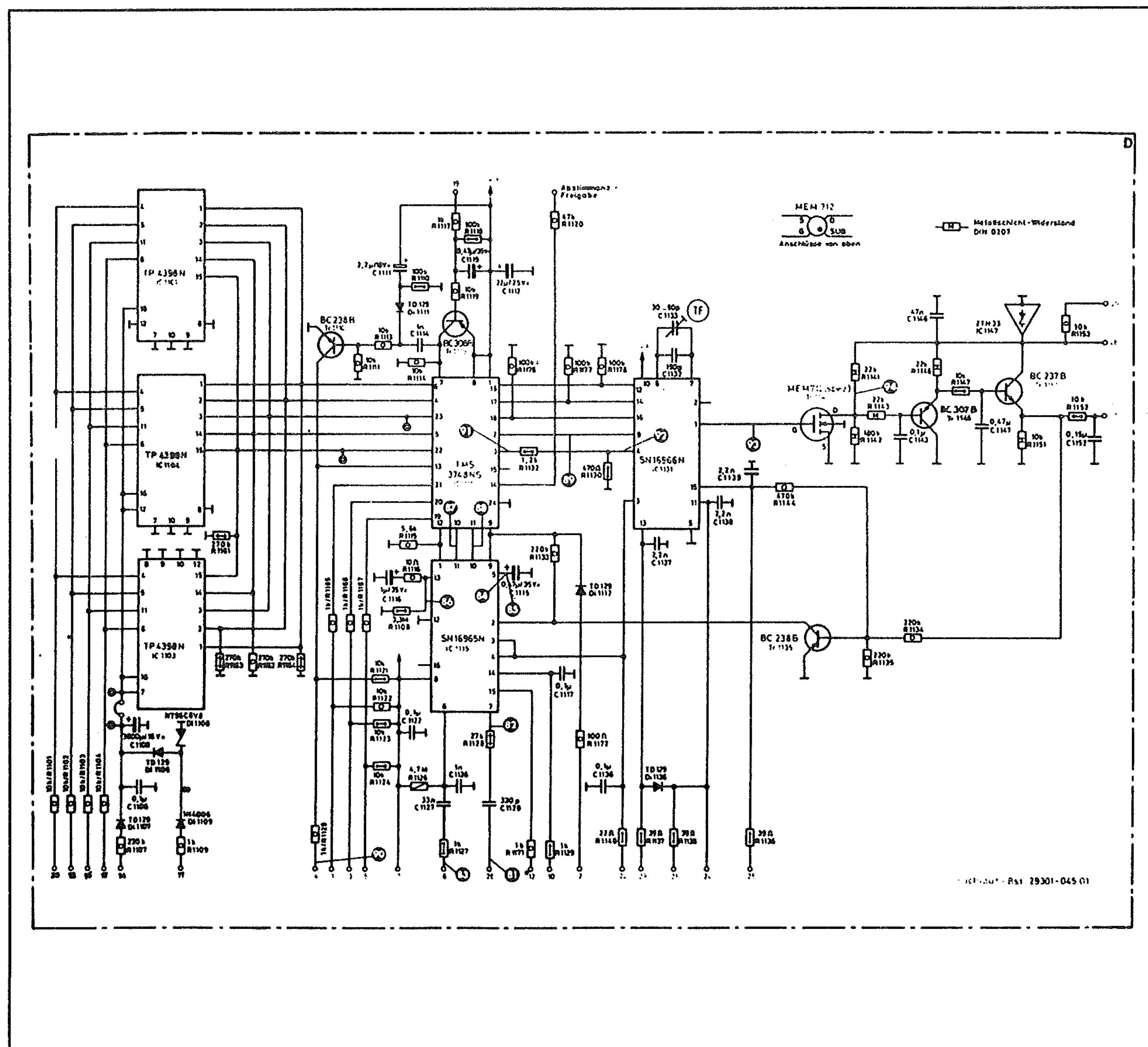
(SL 2) en de telepilot (TP 28) gaan. Deze twee leidingen werden om beurt afgekoppeld en na het verwijderen van SL 2 bleek het geluid op de normale manier aanwezig.

Naar het schema van de automatische zenderzoek-schakeling dus! Dit schema is getekend in figuur 5/3.12.8-2 en blijkt zeer complex. De volledige schakeling is ondergebracht in een module die enige zeer ingewikkelde geïntegreerde schakelingen bevat en in de meeste gevallen wordt dan ook de volledige module uitgewisseld. Bij het bestuderen van de print van de module bleek echter een onderbreking in een printbaan aanwezig.

Na het overbruggen van deze onderbreking met een klodder soldeer bleek het apparaat foutloos te functioneren.

De onderbreking was aanwezig in de printbaan tussen condensator C 1128 en weerstand R 1128. Via deze onderdelen wordt aan IC 1115 een positieve puls aangeboden die synchroon verloopt met de lijnterugslagpuls. Bij het automatisch doorlopen van het afstembereik zal op een bepaald moment worden afgestemd op een zender. Uit het zendersignaal wordt de lijnsyncpuls afgeleid. De schakeling onderzoekt het synchrone verloop van deze puls en het signaal dat via genoemde onderdelen aan de SN 16965 N wordt aan-

3.12.8 Automatische zenderzoek-schakeling defect



Figuur 5/3.12.8-2: Het zeer ingewikkelde schema van het moduul voor de automatische zenderselectie in de Grundig 8400.

geboden. Als beide pulsen gesynchroniseerd zijn is het apparaat goed afgestemd op een zender en wordt het automatische zoekproces gestopt. Bovendien wordt er een spanning naar het geluidsdeel gestuurd, waardoor het geluid wordt vrijgegeven. Op deze manier wordt het vervelende ruisen tussen de zenders volledig onderdrukt.

Bij dit apparaat ontbrak de terugkoppelpuls van de lijntrap en werd nooit een zender gedetecteerd. In theorie is het dus onmogelijk dat de zenderzoekschakeling stopt. Om dit uit te testen werd de onderbreking weer aangebracht en het apparaat op de automatische zenderselectie geschakeld. Inderdaad bleek dat de schakeling niet stopte maar het volledige afstem-

3.12.8 Automatische zenderzoek-schakeling defect

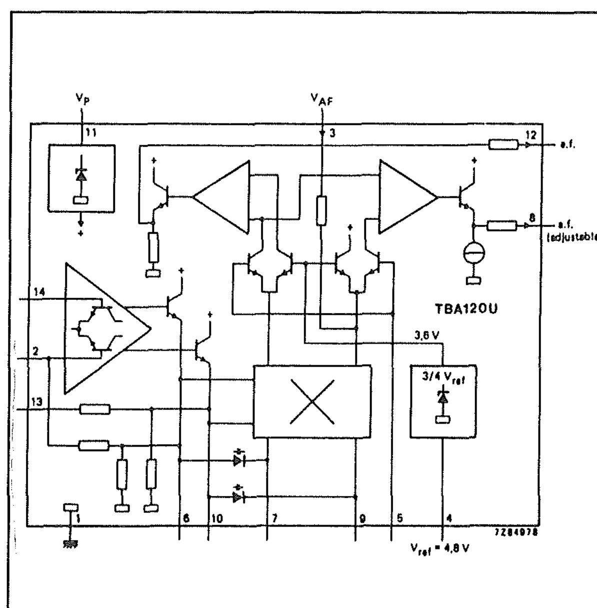
bereik bleef doorlopen. Als de klant andere zenders had ingesteld dan deze die in het service-bedrijf ter beschikking staan, dan was deze fout op een geheel andere manier benaderd!

De in dit apparaat toegepaste TBA 120 als geluidsprocessor heeft zich ontwikkeld tot de de facto standaard in europese toestellen. Men zal dit IC in de meeste ontvangers van na 1971 aantreffen. Deze schakeling, een gecombineerde middenfrequent versterker en demodulator voor FM-gemoduleerde signalen wordt niet alleen in TV's toegepast maar ook in vele radio-ontvangers. Door de zeer beperkte externe schakeling is dit IC bovendien ideaal voor de zelfbouwer.

De TBA 120 bevat een symmetrische breedbandige versterker en een coïncidentie-schakeling als demodulator. Met de spanning op pen 5 kan men de emitterstroom van een versterkertrap instellen, zodat een gelijkspanningsgestuurde volumeregeling mogelijk is. Deze methode heeft tal van voordelen boven de traditionele regeling waarbij het audiosignaal door middel van een potentiometer wordt verzwakt. Op de eerste plaats zijn geen afgeschermde leidingen noodzakelijk en kan men de potentiometer op iedere gewenste afstand van de schakeling aanbrengen. Op de tweede plaats heeft men – als men de gelijkspanning op pen 5 afvlakt met een kleine condensator – geen last van het hinderlijke kraken als men de loper van een vervuilde potentiometer verdraait.

Het interne blokschema van dit IC is getekend in figuur 5/3.12.8-3. Er zijn diverse uitvoeringen van deze schakeling op de markt, die geïdentificeerd worden door een letter achter de cijfercode.

- De TDA 120 S is een verbeterde versie van de basis-schakeling, waarbij de versterking en de begrenzing werden geoptimaliseerd. Bovendien komen twee externe ceramische condensatoren te vervallen.
- De TBA 120 T heeft een interne schakeling die kan samenwerken met een externe keramische resonator in de demodulator. Het aantal externe componenten neemt nog verder af, kritische componenten komen te vervallen.
- De TBA 120 U bevat een extra audio-uitgang, die niet wordt gestuurd met de spanning op pen 5. Op deze extra uitgang staat een constant signaal ter beschikking dat bijvoorbeeld gebruikt kan worden voor het sturen van een kassette-recorder als men het geluidssignaal met constant volume wil opnemen.



Figuur 5/3.12.8-3: Intern blokschema van de TBA 120 U.

5/3.12.9
Zwart-wit beeld

Apparaat
Grundig 5012

Symptomen
Op het ontbreken van de kleuren na werkt het apparaat uitstekend.

Fout-oorzaak
Kortgesloten condensator in de kleuren-schakeling.

Diagnose-beschrijving
Het opsporen van de oorzaak van het volledig wegvallen van de kleur is vaak een lastige bezigheid. Bij vele apparaten wordt namelijk de kleur automatisch uitgeschakeld als het kleursignaal te zwak of vervormd is. Schakelingen die voorzien zijn van deze faciliteit hebben ergens in het blokschema een "color-killer" zitten die verantwoordelijk is voor deze automatische schakeling.
De ellende is dat deze schakeling meestal vrij moeilijk is terug te vinden en men dan absoluut de afregelings-handleiding bij de hand moet hebben. Daar wordt immers in vermeld hoe men deze automaat kan uitschakelen. Meestal moet men een stekertje uit de print verwijderen, twee pennetjes kortsluiten of een print-schakelaartje omschakelen. Alleen door het uitschakelen van de automatische kleurenonderdrukker wordt het foutieve kleur-signaal zichtbaar op het scherm en kan men aan de hand van wat dan vertoond wordt besluiten trekken over de aard van de storing.

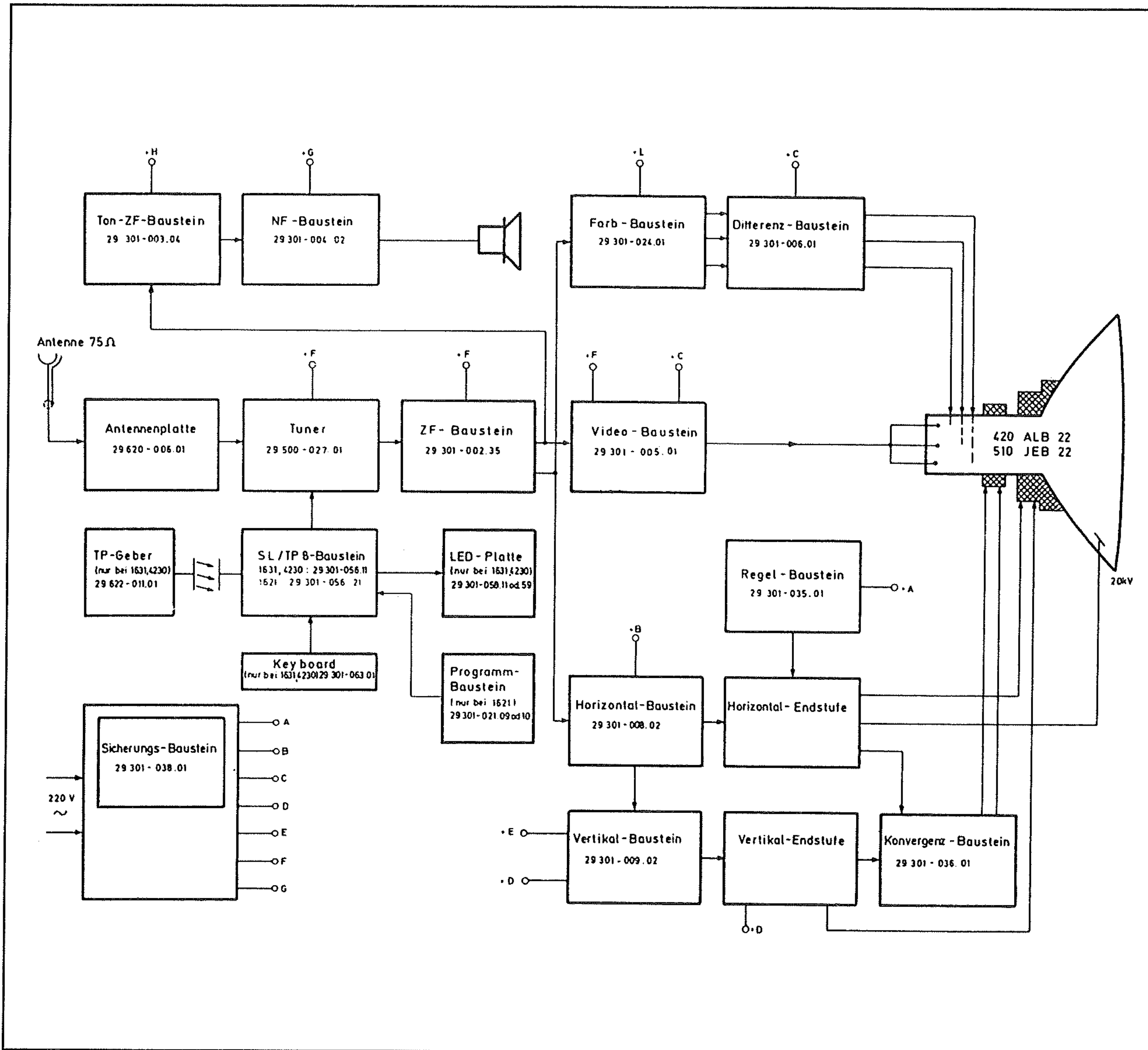
Mogelijke fout-bronnen zijn:
- de kleurversterker;
- de PAL-demodulator;
- de burst-scheider;
- de fase-regeling;
- de draaggolf-oscillator;
- de reeds genoemde automatische kleuren-onderdrukker.

Het volledige blokschema van de Grundig 5012 is getekend in figuur 5/3.12.9-1.
Uit dit blokschema valt geen informatie af te leiden over de woonplaats van de color-killer. Er zit dus niets anders op dan de afregelings-handleiding van het apparaat uit het archief te vissen. In het hoofdstuk "instellingen in het kleurendeel" wordt beweerd dat de color-killer uitgeschakeld wordt als men de pennen 13 en 14 van de kleur-print kortsluit. Helaas bleef het beeld volledig zwart-wit.

Een reparateur met weinig ervaring zou nu al in de grootst mogelijke problemen geraken. Professionele reparateurs weten echter uit ervaring dat de steekprint van de kleuren-schakeling van dit apparaat zonder enig probleem vervangen kan worden door een nieuwere uitvoering. Deze is echter uitgerust met andere geïntegreerde schakelingen en ook de color-killer is wezenlijk anders samengesteld. Bij deze nieuwe versie wordt de automaat uitgeschakeld door de pennen 9 en 13 van een TDA 2510 te overbruggen.
De oorspronkelijke kleuren-print van dit apparaat heeft een groot afschermblik, dat ongeveer een derde van de print bedekt. De nieuwe print heeft geen afscherming, zodat een blik op de ingewanden van het apparaat voldoende is om te weten welke print aanwezig is.

Bij het te repareren toestel bleek een nieuwe kaart aanwezig, de oude was blijkbaar bij een vorige beurt al gesloopt!
Na het op de beschreven manier uitscha-

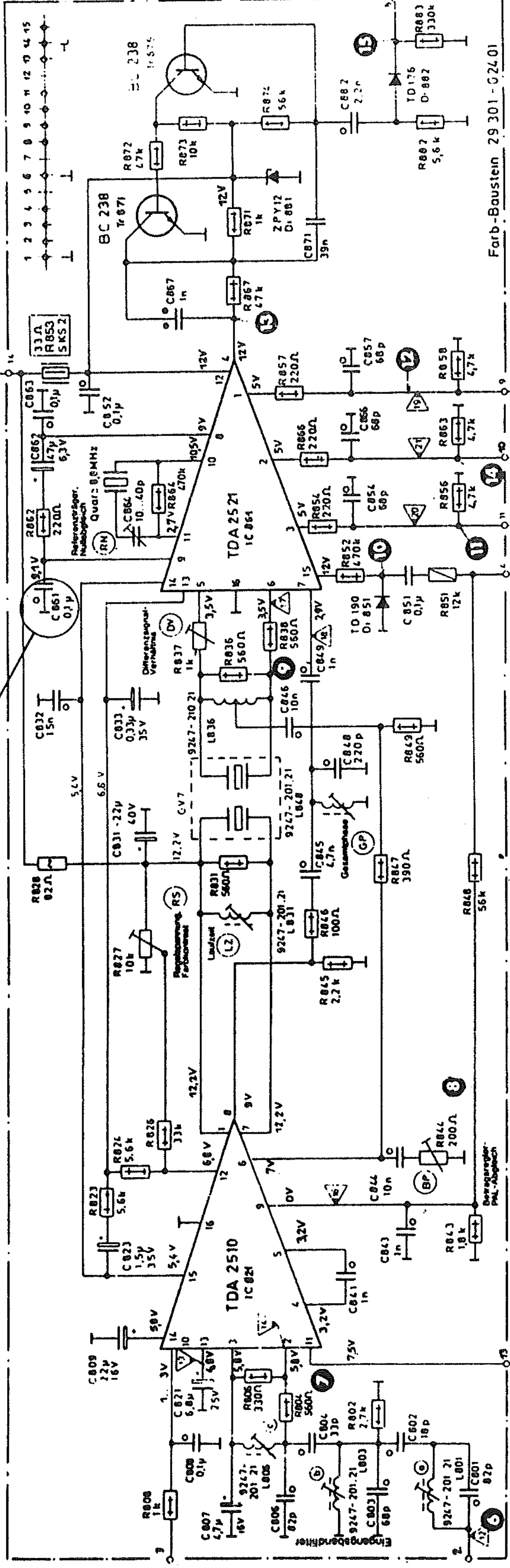
3.12.9 Zwart-wit beeld



Figuur 5/3.12.9-1: Volledig blokschema van de Grundig model 5012.

kelen van de automatische onderdrukker bleken er gekleurde strepen in het zwart-wit beeld te verschijnen waarvan het aantal en de breedte voortdurend wijzigden. Men kan daaruit besluiten dat de frequentie van de hulpdraaggolf van het kleursignaal niet constant is.
Het schema van de kleurenschakeling van deze ontvanger is getekend in figuur 5/3.12.9-2. De oscillator is gemakkelijk terug te vinden omdat deze is uitgerust met een kristal dat vanwege de vrij hoge oscillator-frequentie van 4,43 MHz dicht in de buurt van de oscillator is opgenomen. Bij deze print zit de oscillator verscholen in IC 861, een TDA 2521. Alle instelspanningen van deze schakeling werden opgemeten waarbij bleek dat de spanning op pen 9 erg afweek. Er werd namelijk 6,5 V gemeten in plaats van de opge-

3.12.9 Zwart-wit beeld



Belegung der Modulkontakte:

① Masse
② FBAS Signal Eingang
③ Zum Farbkontrastgrobregler
④ Vom ZTR –55 bis –60 Vss
⑥ Masse
⑧ An C 471, Bildrücklauf-austastung
⑨ – (B-Y) zum Differenz-Bst.
⑩ – (G-Y) zum Differenz-Bst.
⑪ – (R-Y) zum Differenz-Bst.
⑬ An Video-Bst., Schaltspannung Farbe – SW
⑭ Betriebsspannung +L, 15 V
⑮ Kennstift

Figuur 5/3.12.9-2: Het schema van de kleur-schakeling in de Grundig 5012.

geven 9,1 V. Bovendien varieerde deze spanning op het ritme van de strepen in het beeld. De spanning op dit punt wordt via een condensator ontkoppeld naar de massa. Het onregelmatige en sprongsgewijs variëren van de spanning deed vermoeden dat deze condensator C 861 intern een microscopisch kleine kortsluiting vertoonde. Na vervangen van dit onderdeel bleek het apparaat weer goed te werken. Uit voorzorg werd ook condensator C 863 vervangen. Dit was een identieke condensator en als een condensator die op een werkspanning van nog geen 10 V staat last krijgt van micro-sluiting, dan betekent dit dat de kwaliteit van het onderdeel bedroevend laag is. Door vervanging van deze condensator werd een mogelijke toekomstige storingsbron uitgeschakeld!

5/3.12.10
Apparaat maakt een tikkend geluid

Apparaat
Graetz Marquis 2347

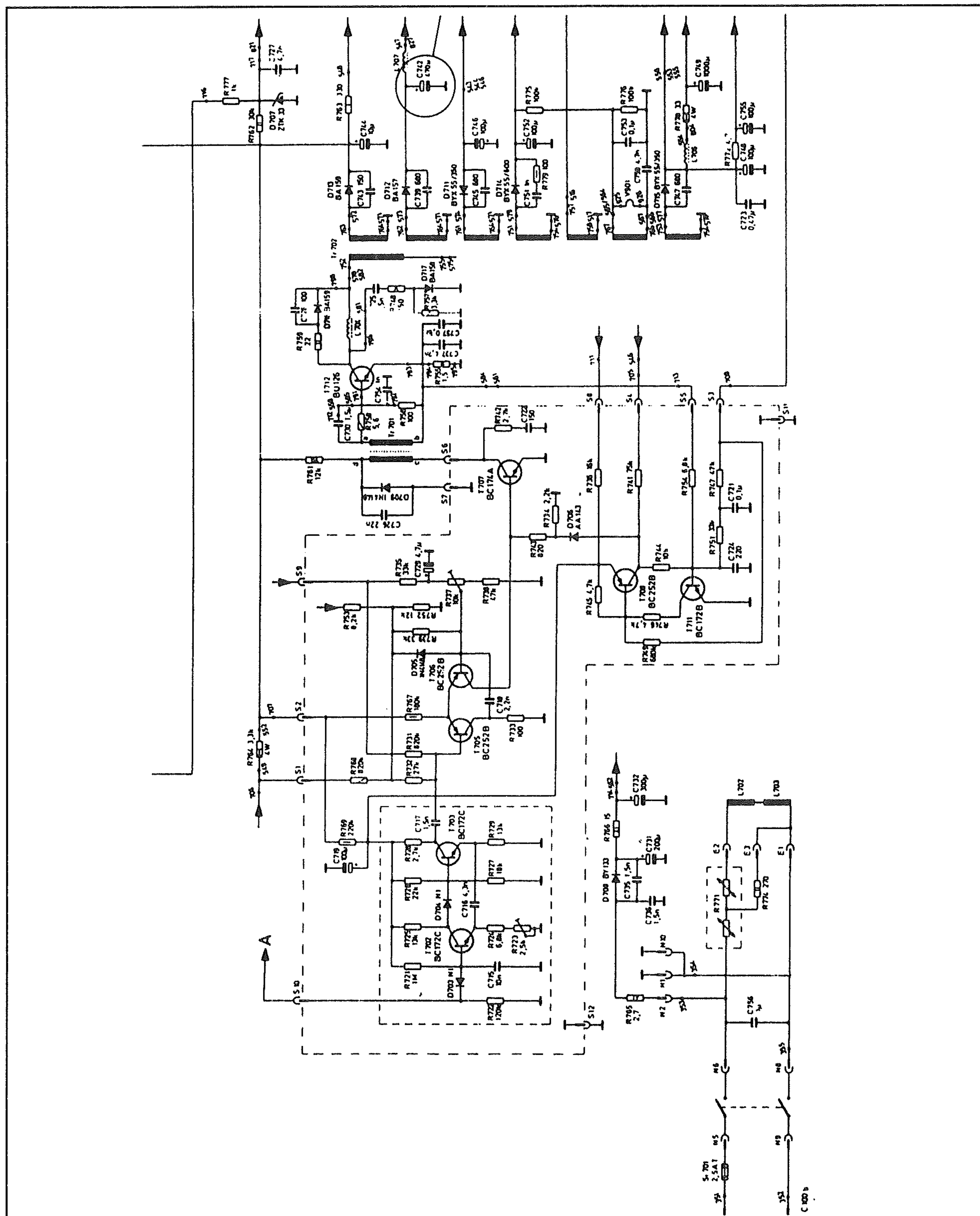
Symptomen
Geen beeld, geen geluid, tikkend geluid ergens in de behuizing na het inschakelen.

Fout-oorzaak
Elco in voeding die zijn capaciteit verloren had.

Diagnose-beschrijving
Als een apparaat na het inschakelen een tikkend geluid produceert dat duidelijk niet van de luidspreker afkomstig is maar uit het inwendige van de kast komt, dan hebben wij in de meeste gevallen te doen met een patiënt waarbij een automatische zekering voortdurend in- en uitschakelt. Zelfs als er geen relais aanwezig is maar de zekering volledig elektronisch werkt kan dit geluid toch worden opgewekt door de grote stroomstoten die diverse onderdelen doorlopen! In eerste instantie gaan de gedachten dan natuurlijk naar de voeding uit, dat is immers de schakeling waar men automatische zekeringen kan verwachten.

Het schema van de voeding van de Graetz Marquis 2347 is getekend in figuur 5/3.12.10-1. Deze apparaten zijn uitgerust met een voorloper van de hedendaagse moderne geschakelde voedingen. De netspanning wordt gelijkgericht en omgezet in een blokspanning op het ritme van de lijnfrequentie. Dit tamelijk hoogfrequente signaal wordt aangeboden aan een trafo met ferrietkern. De hoge frequentie heeft als voordeel dat men kleine afvlakcondensatoren kan toepassen, de ferriet-kern geeft weinig verliezen zodat er minder vermogen in warmte wordt omgezet en de trafo kleinere afmetingen en dus ook een lager gewicht kan hebben.
Als men in de primaire kant een stabilisatie toepast kan men van de secundaire wikkelingen een heleboel ook gestabiliseerde spanningen aftakken. Bij dit apparaat wordt dit principe toegepast, zij het dat niet alle voedingsspanningen uit de secundaire wikkelingen worden afgeleid. De schakelingen die hoge voedingsspanningen nodig hebben (270 V) worden rechtstreeks uit de primaire kant gevoed. Het afleiden van deze spanningen uit de secundaire zou een veel grotere trafo en uitgebreide schakeltrap tot gevolg hebben, zaken die op dat moment van de technologische ontwikkeling nog te duur waren voor inbouw in apparatuur voor de grote gebruikers-markt.
De werking van de schakeling is als volgt.

3.12.10 Apparaat maakt een tikkend geluid



Figuur 5/3.12.10-1: De volledige voeding van de Graetz Marquis 2347.

3.12.10 Apparaat maakt een tikkend geluid

De horizontale oscillator is samengesteld rond de transistoren T 702 en T 703. Deze schakeling is zelfstartend en zal na het aanschakelen van het apparaat automatisch beginnen te oscilleren. De schakeling bestaat uit een emittergekoppelde multivibrator die zijn aanloop-spanning van ongeveer 6 V via de weerstanden R 764 en R 769 krijgt toegevoerd. Nadat de schakeling gestabiliseerd is en alle voedingsspanningen op volle sterkte aanwezig zijn wordt de voeding van de oscillator overgenomen door R 736, die de schakeling met ongeveer 28 V voedt. De oscillator stuurt een impulsbreedte-modulator rond de transistoren T 707 en T 706. Deze schakeling levert een puls waarvan de breedte afhankelijk is van de exacte waarde van de voedingsspanning van 28 V. Deze impulsen worden via de impedantie-trafo Tr 701 en transistor T 707 aan de vermogenstransistor T 712 aangeboden. Deze voedt de primaire wikkeling van de voedingstrafo. Als de voedingsspanning van 28 V zou dalen worden de pulsen breder en zal de trafo meer energie toegevoerd krijgen. De secundaire spanningen stijgen waardoor de oorspronkelijke daling automatisch wordt tegengewerkt.

Een van de secundaire wikkelingen van de voedingstrafo wordt gebruikt voor het opwekken van de stuurpuls voor de eindtransistor in de horizontale eindtrap. Een tweede wikkeling voedt de gloeidraad van de beeldbuis. Alle overige wikkelingen worden gevolgd door eenvoudige gelijkrichters en afvlakkingen en leveren alle lage positieve en negatieve voedingsspanningen voor het apparaat.

De elektronische zekering is samengesteld rond de transistoren T 708 en T 711. De schakeling wordt gestuurd met twee informaties. Op de eerste plaats wordt via weerstand R 754 de spanningsval over stroomsensor weerstand R 755, in de emitter van T 712 opgenomen, aan de zekering aangeboden. Via de weerstanden R 747 en R 751 wordt een deel van de hoogspanning aan de schakeling toegevoerd. Deze spanning wordt door de condensatoren C 721 en C 724 gezeefd, zodat eenmalige korte spanningsfluctuaties geen gevolgen hebben. Als een van de spanningen te groot wordt, bijvoorbeeld doordat de trafo meer stroom moet leveren dan door een normale werking van het apparaat wordt vereist, dan gaat de basisspanning van T 711 tot boven de 0,65 V stijgen en gaat deze halfgeleider geleiden. Deze transistor stuurt ook T 708 in geleiding waardoor de stuurspanning voor T 707 wegvalt. De vermogenstransistor die de primaire van de voedingstrafo stuurt ontvangt geen basis-sturing meer en gaat sperren. Alle voedingsspanningen lekken weg, zodat de voeding voor de horizontale oscillator van de normale 28 V tot een waarde onder de 6 V minimale aanloopspanning terug valt. De oscillator valt uit, doordat beide halfgeleiders gaan sperren. De lijnoscillator trekt dus geen stroom meer en de voedings-elco van deze schakeling, C 719, kan zich uit de spanningen die nog aanwezig zijn over de elco's van de voeding weer opladen. Als de spanning over dit onderdeel gestegen is tot 6 V start de lijnoscillator opnieuw en de voeding wordt weer ingeschakeld. Maar als de oorzaak van de te grote stroomafname nog steeds aanwezig is zal de elektronische zekering weer aanspreken en de voeding wordt uitgeschakeld.
Dit snel achter elkaar in- en uitschakelen van de voeding uit zich door een tikkend geluid, dit ondanks het feit dat geen mechanisch relais wordt gebruikt!

Maar nu naar de reparatie-beschrijving!
Na uitschakelen van het apparaat wordt de steker van de horizontale afbuiging uit de printplug verwijderd en het apparaat opnieuw ingeschakeld. Als het tikkend geluid nu verdwenen was zou dit wijzen op een fout in de horizontale eindtrap, de hoogspanningsvoeding of de oost-west correctie. Helaas maakte het apparaat nog steeds hetzelfde geluid, zodat de aandacht zich verlegde naar de secundaire wikkelingen van de voedingstrafo. Met de ohm-meter werden alle gelijkrichtdioden doorgemeten. Deze bleken in orde. Omdat er echter enige metingen waren die geen eenduidig te interpreteren resultaat gaven werd de procédure herhaald, maar nu met aan een kant losgesoldeerde dioden. Alle dioden bleken goed. Ook de stroomsensorweerstand R 755 vertoonde geen afwijkingen. Kortsluitingen naar de massa over de afvlak-condensatoren werden ook niet vastgesteld.
De voeding was dus in orde, de fout kon alleen veroorzaakt worden doordat een van de secundaire spanningen te zwaar belast werd. Om dit op te meten zonder onderdelen los te solderen werden met de oscilloscoop een voor een alle afgevlakte secundaire spanningen gemeten. Als er eentje te veel stroom leverde dan zou deze spanning na het automatisch uitschakelen van de voeding zeer snel naar nul terug vallen. Als alles goed was zou men over iedere afvlak-elco een soort van zeer langzame driehoekvormig verlopende spanning moeten meten die veroorzaakt wordt door het steeds opnieuw in- en uitschakelen van de zekering. Over een elco, namelijk C 712, werd echter een blokvormige spanning gemeten. De fout was gevonden! Deze condensator had zijn capaciteit verloren, hetgeen bevestigd werd door een visuele inspectie van het onderdeel na de demontage. Na het vervangen van deze elco door een nieuw exemplaar bleek het apparaat zonder problemen te werken.

Bij identieke apparaten werden vaak condensatoren met verminderde capaciteit aangetroffen, zodat men kan vermoeden dat deze onderdelen niet zo goed bestand zijn tegen de hoge frequentie van de af te vlakken spanning. Soms bleken gelijkrichtdioden doorgeslagen en sporadisch werd ook een fout in de stuurtrappen rond T 712 en T 707 aangetroffen.

5/3.12.11
Alleen het net-relais klikt

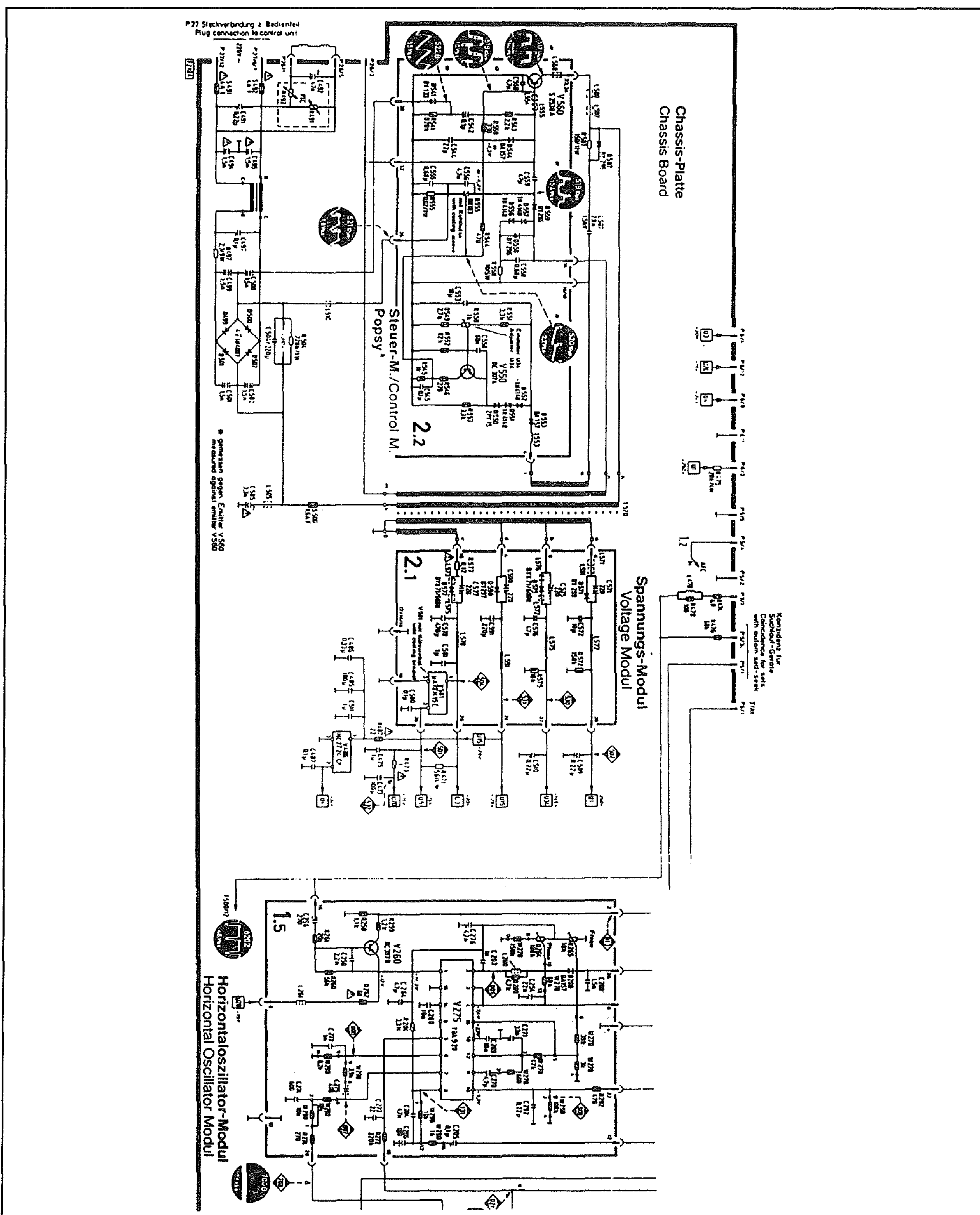
Apparaat
Blaupunkt FM 100 k

Symptomen
Geen beeld, geen geluid, geen raster, alleen het relais reageert na het inschakelen van het apparaat.

Fout-oorzaak
Diverse defecte onderdelen in de voeding.

Diagnose-beschrijving
Omdat fouten in voedingen tot de vaakst voorkomende storingen behoren wordt opnieuw een apparaat beschreven met een defecte voeding.
Zoals uit het voedingschema van figuur 5/3.12.11-1 blijkt zitten er een heleboel onderdelen in het primaire deel van de schakeling. Op deze tekening ontbreekt de voeding voor de ontvanger van de afstandsbediening. Deze voeding is continu in bedrijf als het apparaat met het net verbonden wordt. Het bedienen van de uittoets van het afstandsbedieningskastje had alleen een lichte klik in het apparaat

3.12.11 Alleen het net-relais klikt



Figuur 5/3.12.11-1: De voeding van de Blaupunkt FM 100 k.

3.12.11 Alleen het net-relais klikt

tot gevolg. Hetzelfde verschijnsel was waar te nemen na het met de hand uitschakelen van het apparaat. Deze klik wordt uiteraard veroorzaakt door het uitschakelen van het relais dat via de afstandsbediening de ingewanden van het apparaat met het net verbindt.

Bij een eerste visuele inspectie viel een zwartgeblakerde zekering op. Het was een snelle zekering, in het schema S 500 genoemd, met een waarde van 1,6 A. Belangrijk is dat men snelle zekeringen steeds door identieke exemplaren vervangt! Doet men dit niet, dan kan bij een storing de zekering te laat doorbranden, waardoor een heleboel extra onderdelen defect kunnen geraken. Uit het schema volgt dat de zekering na de gelijkrichtdioden is opgenomen, zodat deze onderdelen van de verdachtenlijst afgevoerd kunnen worden. Waarschijnlijk zit de storing in het schakeldeel van de voeding, opgenomen op een module die "Steuer-Modul" wordt genoemd. Door ervaring wijs geworden wordt onmiddellijk de schakeltransistor V 560 doorgemeten en inderdaad wordt er een kortsluiting tussen de kollector en de emitter vastgesteld.

De oscillator werkt door middel van inductieve terugkoppeling via de voedingstransformator. Frequentie en duty-syclus zijn afhankelijk van de ingangsspanning en van de belasting van de voeding. De trap ontvang voedingsspanning via de wikkeling k-h, de terugkoppeling wordt via de wikkeling m-n gerealiseerd. De emitter van de transistor is via weerstand R 555, een 0,82 Ω weerstand die als stroomsensor dienst doet, met de minpool van de gelijkrichtbrug verbonden.
In de serie met deze weerstand is een thyristor D 555 opgenomen. Als de spanningsval over de stroomsensor te groot wordt zal de thyristor in geleiding worden gestuurd. De elco C 559 wordt via de geleidende thyristor met de min verbonden. De terugkoppelings-wikkeling van de trafo wordt negatief, de sturing van de transistor valt weg. Op het moment dat de polariteit van de teruggekoppelde spanning omkeert wordt de thyristor naar sper gestuurd, de transistor kan weer geleiden.

De grootte van de uitgangsspanning wordt bepaald door de schakeling rond transistor V 550. De impulsspanning van de wikkeling 1-o wordt gelijkgericht. De grootte van de gelijkgerichte spanning bepaalt de stroom die door V 550 vloeit en door de weerstand R 545. De stroom wekt over deze weerstand een spanning op die wordt gebruikt voor het verschuiven van het ontsteekmoment van de thyristor en voor het regelen van de oscillator rond V 560. De grootte van de uitgangsspanning kan worden afgeregeld met de instelpotentiometer R 550.

Bij het inschakelen van het apparaat moet de oscillator starten. De schakeling wordt voorzien van voeding door middel van de diode D 541, de weerstand R 543 en de condensator C 542. Deze onderdelen zijn rechtstreeks verbonden met de netspanning. Een belangrijke storingsbron is weerstand R 541. Als de waarde van dit onderdeel te groot wordt bestaat de kans dat de oscillator niet meer kan starten. Bovendien is aan deze weerstand bij het ontwerpen van de schakeling een tamelijk kritische waarde toegekend, zodat het aan te bevelen is deze weerstand steeds te vervangen door eentje met de halve waarde. Even belangrijk is de functie van de onderdelen D 507 en R 507. Dit netwerk moet spanningspieken die de werking van

3.12.11 Alleen het net-relais klikt

de oscillator kunnen beïnvloeden onderdrukken en deze onderdelen moeten steeds gecontroleerd worden!

Bij het te repareren apparaat bleek, zoals reeds gezegd, de transistor V 560 defect. Door deze interne kortsluiting was er een zeer grote stroom door de weerstand R 555 gelopen waardoor ook de thyristor D 555 was vernield.

Na het vervangen van de defecte onderdelen bleek het apparaat naar ieders tevredenheid te werken.

Nog een opmerking over de gebruikte schakeltransistor. In dit apparaat werd een transistor ingezet van het type S 2530 A van Toshiba. Dit is een zeer robuuste halfgeleider, die erg veel kan hebben. Tal van apparaten die met dezelfde voedingsprint zijn uitgerust zijn echter voorzien van andere transistoren, die veel sneller de geest geven. Men doet er verstandig aan in ieder apparaat dat ter reparatie wordt aangeboden en van deze schakeling is voorzien onmiddellijk de schakeltransistor van de voeding te vervangen door de genoemde transistor of door de even robuuste europese soortgenoot BU 526.

5/3.13

Werking en functie van de EBU VIT-lijnen

Inleiding

De verborgen lijnen

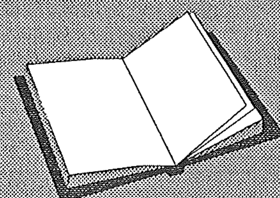
Hoewel iedereen doet alsof een TV-beeld is samengesteld uit 625 lijnen, is dat niet het geval. Men kan hoogstens zeggen dat een TV-zender per seconde inderdaad 625 lijnen uitstraalt. Van deze lijnen worden er echter slechts 575 gebruikt voor de opbouw van het beeld. De overige vijftig liggen rond de overgang van het ene halve beeld naar het volgende halve beeld en bevatten geen beeldinformatie. Nadat de elektronenspot de laatste lijn van een half beeld geschreven heeft moet hij weer naar de bovenste rand van de beeldbuis worden gestuurd. Gedurende deze terugslag, de rasteronderdrukking genoemd, wordt de intensiteit van de spot op nul gesteld, zodat men niets merkt van deze verplaatsing. Om er nu zeker van te zijn dat er gedurende deze terugslagtijd geen beeldinformatie verloren gaat heeft men rond iedere terugslag 25 lijnen ingelast die geen video-informatie bevatten. Deze lijnen bevatten wel de lijnsyncpulsen, omdat het noodzakelijk is de synchronisatieschakelingen in de ontvanger ook gedurende de terugslag aan te sturen. De preciese timing van deze lijnen is getekend in figuur 5/3.13-1.
Een lijn heeft een breedte van 64 µs waarvan ongeveer 12 µs verbruikt worden voor de synchronisatie. Een lijn kan dus 52 µs nuttige informatie bevatten. Per seconde wordt er dus 52 µs maal 50 is 2,5 ms geen informatie uitgezonden.
Nu is dat zeer jammer, want in de loop der tijden heeft men allerlei uitbreidingssystemen bedacht zoals teletekst en VPS, waar de TV-ontvanger heel wat informatie voor nodig heeft. Men is er in geslaagd deze informatie onder digitale vorm onder te brengen in die vrije 2,5 ms per seconde.

De EBU testlijnen

Van de vijftig ter beschikking staande lijnen zijn er vijf gereserveerd voor de zogenoemde "EBU VIT-lijnen". "EBU" is de afkorting van "European Broadcast Union". Dit is de vereniging waarbij de meeste Europese instanties die TV-signalen uitstralen aangesloten zijn. De EBU stelt allerlei technische richtlijnen op, waarvan de meeste het grote publiek nooit bereiken omdat zij voor intern gebruik be-

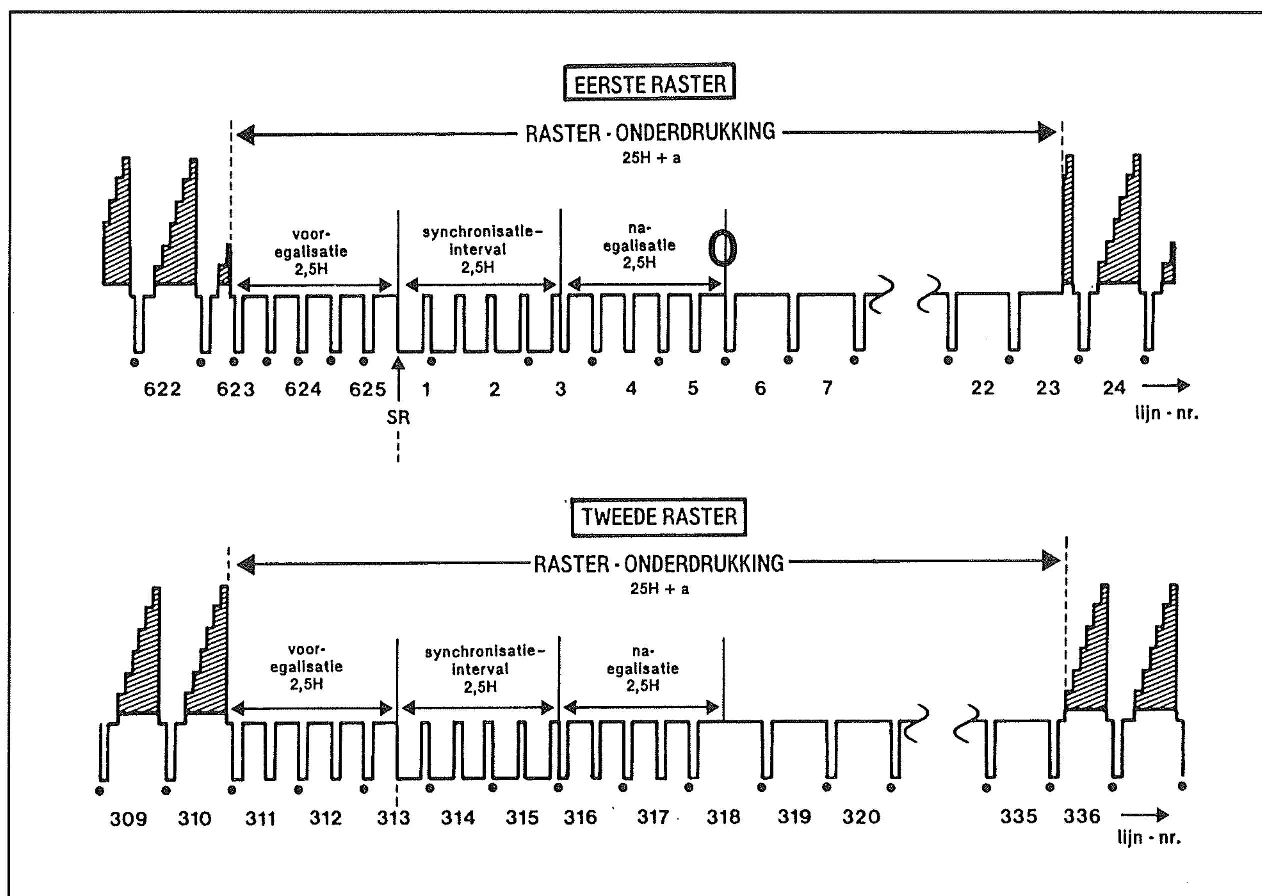
LEES OOK:

Hoofdstuk 3/8.2.4
Hoofdstuk 3/8.2.5
Hoofdstuk 4/7.26
Hoofdstuk 5/3.1.3



3.13 Werking en functie van de EBU VIT-lijnen

stemd zijn. "VIT" is de afkorting van "VIdeo Testline". Dit zijn de lijnen met de nummers 17, 18, 22, 330 en 331. Deze lijnen bevatten geen digitale informatie, maar zeer goed doordachte analoge gegevens waarmee men de kwaliteit van een TV-ontvanger, een video lijnversterker, een videorecorder of soortgelijke apparatuur uitvoerig kan testen.
De bedoeling is dat men een videosignaal dat de VIT-lijnen bevat door het te testen apparaat stuurt en met een oscilloscoop de inhoud van deze lijnen bestudeert en vergelijkt met wat de EBU-specificatie voorschrijft. Aan de hand van deze vergelijking kan men bijvoorbeeld onmiddellijk een idee krijgen van de bandbreedte van een videoversterker of van de lineariteit van een detector. De specificaties van deze vijf lijnen zijn door de EBU vastgelegd in de CCIR-norm 624-2. Uitdrukkelijk moet echter gesteld worden dat de EBU niet meer dan een *aanbeveling* heeft opgesteld. Dat betekent in de praktijk dat uitzendorganisaties niet *verplicht* zijn zich aan de norm te houden en er dus zenders kunnen zijn die helemaal geen VIT-informatie uitzenden of iets anders in deze lijnen verwerken. De meeste zenders die in Nederland en België ontvangen kunnen worden houden zich echter keurig aan de genoemde norm.



Figuur 5/3.13-1: De 2 x 25 lijnen zonder video-informatie bij de overgangen van het ene naar het volgende halve beeld.

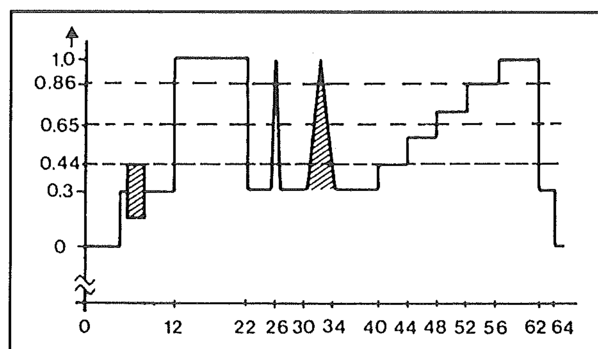
3.13 Werking en functie van de EBU VIT-lijnen

Het meten van de VIT-lijnen
Hoewel de VIT-lijnen informatie leveren die ook voor een hobby-elektronicus te interpreteren is, is er toch een groot probleem. Het is namelijk absoluut onmogelijk met een normale oscilloscoop één welbepaalde lijn uit het videosignaal goed op het beeldscherm te krijgen. Weliswaar kan men iedere scoop triggeren op de lijnsyncpulsen, waardoor een stilstaand beeld op het scherm verschijnt. Maar dan worden alle lijnen over elkaar heen geschreven, omdat de scoop natuurlijk niet weet welke syncpuls bij een bepaalde lijn hoort en triggert op de eerste de beste syncpuls die zich aandient. Het is dan absoluut onmogelijk de inhoud van de testlijnen te observeren. De enige oplossing voor dit probleem is gebruik te maken van een lijnselector, een handig klein apparaatje waarmee men de triggering van de scoop kan sturen door de syncpuls van één welbepaalde lijn. Die lijnselector moet met het videosignaal dat naar de scoop gaat worden verbonden en stuurt de externe triggeringang van het meetinstrument. Een tweede probleem is dat men met deze goedkope aanvulling van het laboratorium weliswaar één bepaalde lijn uit de 625 op het scherm van de scoop kan zetten, maar dat een dergelijk beeld uit de aard der zaak maar één keer per seconde geschreven wordt. Op een normale scoop ziet men dus niet veel meer dan een korte lichtflits die één keer per seconde een beeldje op het scherm schrijft. Ook nu is goede observatie van alle informatie uit de VIT-lijnen heel moeilijk. Daar is natuurlijk ook een oplossing voor, namelijk gebruik maken van een geheugenoscilloscoop. Men schrijft dan eenmalig bijvoorbeeld lijn 17 op het beeld. Dit beeld blijft op het scherm staan en men kan alle details observeren.

Maar helaas zijn geheugenoscilloscopen nog steeds heel prijzig, hoewel de prijzen zakken en Hameg al bijvoorbeeld voor minder dan *f* 2.000,00 leuke voor dit doel uitstekend geschikte geheugenscope's in het programma heeft. Maar voor de meeste doe-het-zelvers zijn dit natuurlijk toch nog heel hoge uitgaven!

Samenstelling van VIT-lijn 17

Samenstelling
De samenstelling van deze eerste testlijn is geschetst in figuur 5/3.13-2.



Figuur 5/3.13-2: De inhoud van VIT-lijn nummer 17.

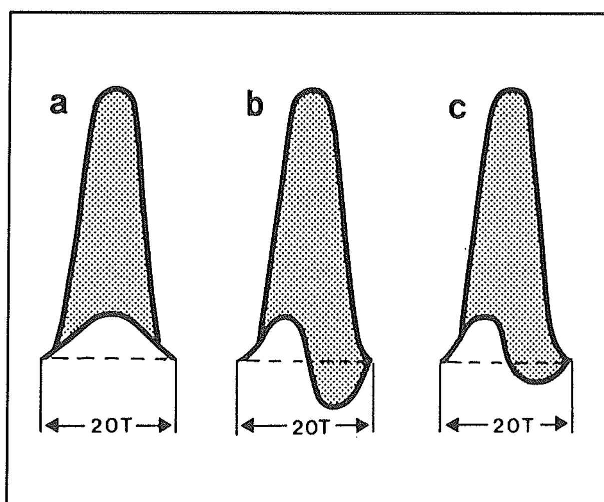
Na de sync- en de burstpulsen volgen vier pulsvormige signalen, waarvan de betekenis en functie in het kort worden besproken.

De referentie witbalk
Start na 12 µs en heeft een breedte van 10 µs. Deze puls wordt gebruikt om het maximale wit- en zwartniveau aan te geven. Deze puls kan gebruikt worden om het pulsgedrag van bijvoorbeeld een videoversterker te beoordelen. Als de flanken boven de niveaus doorschieten wijst

dit op een vorm van HF-instabiliteit in de versterker, waardoor strepen in het beeld kunnen ontstaan.

De 2T-puls

Dit is een zeer smalle naaldvormige puls rond 26 µs met een breedte van slechts 0,2 µs. Deze puls kan gebruikt worden voor het beoordelen van de bandbreedte van het ontvangstsysteem. Als de videoversterker een bandbreedte heeft tot 5 MHz (noodzakelijk voor de goede verwerking van PAL-signalen) moet deze puls onverzwakt door de versterker gaan. De puls heeft dezelfde amplitude als de referentiebalk, zodat men een eventuele verzwakking duidelijk kan opmerken. Er zullen maar weinig TV-toestellen bestaan die deze smalle puls onverzwakt doorlaten. Een verzwakking van 20 % is echter acceptabel.



Figuur 5/3.13-3: Afwijkende vormen van de 20T-puls geven inzicht in looptijdfouten van het systeem.

De 20T-puls

Deze puls bestaat uit een 2 µs durende burst met de chrominantie-frequentie van 4,43 MHz. De breedte van de burst komt overeen met een frequentie van 500 kHz.

Beide frequenties moeten in principe met een even grote looptijd (vertraging) door het systeem verwerkt worden. Als dit niet het geval is ontstaan afwijkingen in de vorm van de puls. Enige vaak voorkomende afwijkingen zijn samengevat in figuur 5/3.13-3.

- Afwijking a
  Het chrominantiesignaal wordt verzwakt, er zijn echter geen looptijdverschillen tussen beide signalen.
- Afwijking b
  Er bestaan looptijdverschillen tussen het chrominantie- en luminantiesignaal.
- Afwijking c
  Deze vorm duidt op een combinatie van beide reeds besproken fouten.

Zwart/wit-trap

De eerste testlijn sluit af met een zwart/wit-trap, samengesteld uit vijf trappen. Iedere trap is precies 140 mV hoog. Dit signaal kan gebruikt worden om de amplitudelineariteit van een versterker te controleren.
Indien niet alle trapjes even hoog zijn zal de TV-ontvanger niet alle grijstinten correct weergeven.

Samenstelling van VIT-lijn 18

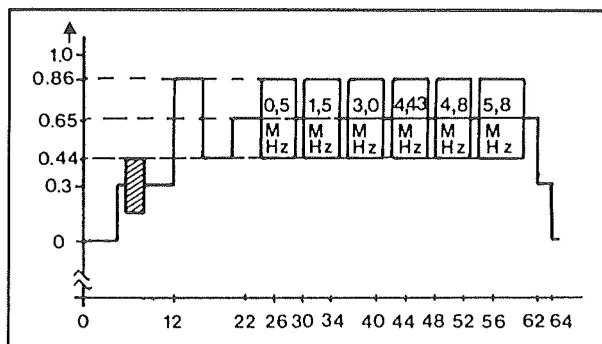
Samenstelling

De samenstelling van de tweede testlijn is getekend in figuur 5/3.13-4.

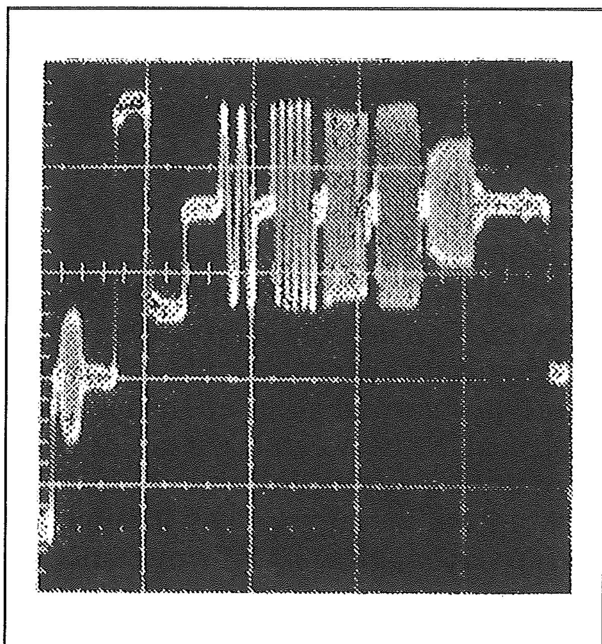
Multiburst

Deze testlijn bevat zes smalle sinusbursts, waarvan de frequenties oplopen.

3.13 Werking en functie van de EBU VIT-lijnen



Figuur 5/3.13-4: De samenstelling van de testlijn 18.



Figuur 5/3.13-5: De weergave van de VIT-lijn 18 door een videoversterker. De laatste burst van 5,8 MHz wordt nauwelijks doorgelaten!

De frequenties liggen op specifieke afstanden tussen 500 kHz en 5,8 MHz en wel met de waarden:

- 0,5 MHz;
- 1,5 MHz;
- 3,0 MHz;
- 4,43 MHz;
- 4,8 MHz;
- 5,8 MHz.

Met een dergelijk signaal is het uiteraard zeer gemakkelijk om het frequentiegedrag van een versterker te bepalen. In het ideale geval moeten alle bursts dezelfde amplitude hebben.
Maar als een versterker de hoge frequenties verzwakt zal men dat duidelijk kunnen constateren doordat de laatste burst minder groot is.
In figuur 5/3.13-5 is bijvoorbeeld de weergave van deze testlijn getekend na het doorlopen van een videoversterker. Duidelijk blijkt dat de laatste burst nauwelijks merkbaar aanwezig is en dat zelfs de burst met een frequentie van 4,8 MHz al behoorlijk verzwakt wordt.

Samenstelling van VIT-lijn 22

Lege lijn

Lijn 22 bevat geen informatie, behalve natuurlijk de sync- en burstpulsen.
Deze lijn kan gebruikt worden voor het beoordelen van de eigen ruis van een versterker.

Samenstelling van VIT-lijn 330

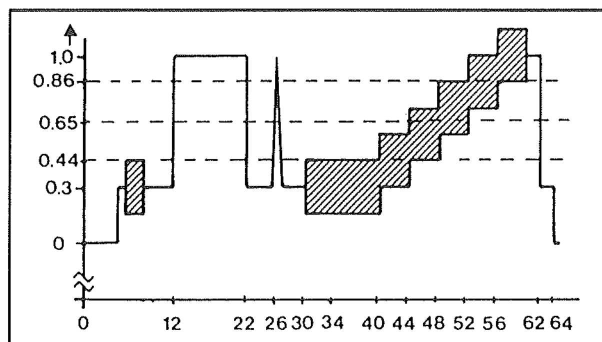
Samenstelling

De samenstelling van deze lijn is getekend in figuur 5/3.13-6.

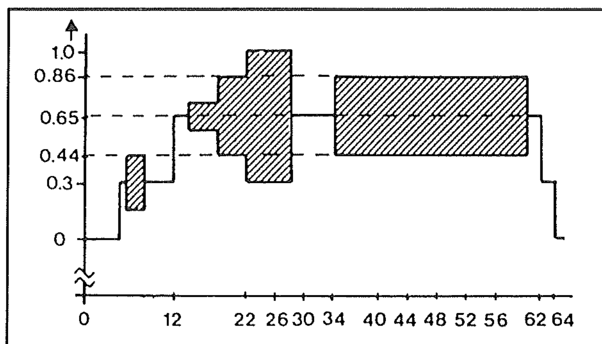
Witbalk en 2T-puls

Lijn 330 start net zoals lijn 17 met een referentie witbalk en met een smalle naaldvormige 2T-puls.

3.13 Werking en functie van de EBU VIT-lijnen



Figuur 5/3.13-6: De samenstelling van VIT-lijn 330.



Figuur 5/3.13-7: De samenstelling van de VIT-lijn 331.

Trapsignaal met kleurendraaggolf

Na 30 µs start echter een trapvormig signaal dat gemoduleerd is met de kleurendraaggolf met een amplitude van 280 mV. Met dit signaal kan men de kleurenseparator van een KTV testen.

Hiervoor heeft men echter een zogenoemde vectorscope nodig, een meetinstrument dat de onderlinge tijdsrelatie van de drie kleursignalen op een scherm zet. Met dit signaal en het genoemde instrument kan men fasefouten tussen de drie kleursignalen meten.

Samenstelling van VIT-lijn 331

Samenstelling

De samenstelling van deze lijn is getekend in figuur 5/3.13-7.

Kleurenhulpdraaggolven

Deze lijn bevat twee signalen die gemoduleerd zijn met de kleurenhulpdraaggolf. Met deze signalen kan men onderzoeken of de ontvanger interferenties genereert tussen het chrominantie- en het luminantiesignaal. Na het wegfilteren van de chrominantiehulpdraaggolf van 4,43 MHz moet in een ideaal geval een luminantieniveau van ongeveer 0,65 V ontstaan. Ook dit signaal is alleen goed te interpreteren als men de beschikking heeft over speciale videomeetapparatuur.

5/3.14

Het Videodat-systeem

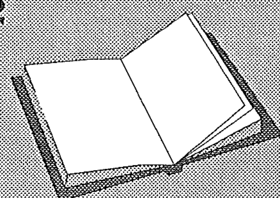
De voorgeschiedenis

Het begon in Nederland
In de tachtiger jaren zorgde het NOS-programma "Hobbyscoop" voor een wereldprimeur. Via de radio werden computergegevens aan de luisteraars aangeboden en wel op een manier die vergelijkbaar is met deze die gebruikt wordt bij modems. De digitale enen en nullen van een computerprogramma werden omgezet in piepjes, zuiver sinusoidale spanningen. Deze konden door de luisteraars op kassette worden opgenomen en via beschikbaar gestelde goedkope hard- en software weer omgezet in digitale gegevens die in het geheugen van de (hobby)computer werden ingelezen.

Computer Club
In Duitsland verzorgde de WDR in die tijd een TV-programma dat "Computer Club" werd genoemd. Ook in dit programma werd het Hobbyscoop-systeem gebruikt om computerprogramma's over te zenden.
TV-programma's zijn echter duur en onderworpen aan de terreur van de kijkcijfers. Het was voor de leiding van de WDR niet acceptabel dat zeer kostbare TV-tijd verloren ging met het uitzenden van piepjes, waar alleen een minderheid van de kijkers iets aan had.

Videodat
In samenwerking met een Duitse firma (Wiegand-Brühl) werd een systeem ontwikkeld, waarmee het mogelijk is zuivere tekstinformatie te verzenden met het normale TV-signaal. Kijkers die behoefte hebben aan het ontvangen van de gegevens kunnen een eenvoudige decoder op de video-uitgang van hun TV aansluiten. Eventueel kan deze decoder voorzien worden van een seriële poort, zodat de gegevens rechtstreeks door een computer in zijn geheugen ingelezen kunnen worden. Kijkers, die geen behoefte hebben aan de gegevens merken niets van de extra informatie die in het beeld verborgen zit. Het systeem werd uitvoerig getest en bleek uitstekend te voldoen. Een naam was snel gevonden: Videodat. Het systeem werd in de praktijk door diverse Duitse zenders toegepast om bijvoorbeeld computerdata of geschreven achtergrondinformatie te verzenden. Toen het nieuwe

LEES OOK:
Hoofdstuk 4/7.26
Hoofdstuk 5/3.13
Hoofdstuk 5/4.13.2



er echter af was, zakte de belangstelling weg. Tegenwoordig echter, nu allerlei ideeën worden ontwikkeld voor het uitzenden van "interactieve" programma's, heeft men dank zij het Videodat-systeem een betrouwbare basis om bijvoorbeeld prijslijsten, uitgebreidere informatie dan in reclamespots kan worden gegeven en allerlei andere tekstinformatie, waarvoor TV-tijd te duur is, in de achtergrond te verzenden. Met de allernieuwste versie van Videodat is het immers mogelijk 2,9 Mbit gegevens in een uur te versturen. Dat komt overeen met ongeveer 1.100 pagina's tekst!

Het principe van Videodat

Zoals bekend worden er van de in totaal 625 lijnpulsen die per beeld worden uitgezonden een groot aantal niet gebruikt voor beeldinformatie. Dat zijn de lijnpulsen die worden uitgestraald voor en na het moment dat de elektronenspot van de onderzijde naar de bovenzijde van het scherm wordt gestuurd. Dat gebeurt twee keer per volledig beeld, zodat er twee groepen lijnpulsen zijn die geen video-informatie bevatten. Een aantal van deze lijnen wordt reeds gebruikt voor andere informatie, zoals:

- Teletext;
- VPS, voor het programmeren van videorecorders;
- EBU testlijnen, voor het doormeten van TV-schakelingen;
- RAMSES II, een systeem voor het doorgeven van informatie aan studio's en steunzenders.

Desondanks zijn er nog een dertigtal lijnpulsen beschikbaar en deze werden gereserveerd voor Videodat. In figuur 5/3.14-1 wordt een volledig overzicht gegeven van de functie van alle lijnen die niet voor video-informatie gebruikt worden.

LIJNEN	FUNCTIE EN GEBRUIK
11 - 15	TELETEXT
16	VPS, PROGRAMMERING VIDEORECORDER
17 - 18	EBU TESTLIJNEN
20 - 21	TELETEXT
22	EBU TESTLIJN
23 - 36	VIDEODAT
324 - 328	TELETEXT
329	RAMSES II, INTERNE CODES VOOR ZENDERS
330 - 331	EBU TESTLIJNEN
333 - 334	TELETEXT
336 - 349	VIDEODAT

Figuur 5/3.14-1: De functie van alle lijnpulsen, die niet gebruikt worden voor het overdragen van video-informatie.

Hieruit blijkt dat de lijngroepen 23 tot en met 36 en 336 tot en met 349 gereserveerd zijn voor het verzenden van Videodat-gegevens.

Videodat-I

Eén byte per halfbeeld

De eerste versie van Videodat, die in de tachtiger jaren werd ontwikkeld, was een zeer traag medium. Er werd slechts één byte per halfbeeld uitgezonden, zodat er per seconde 50 tekens beschikbaar komen. Per uur betekent dat toch een hoeveelheid van 180.000 tekens, toch nog steeds ongeveer 35 pagina's tekst.

3.14 Het Videodat-systeem

Samenstelling van de Videodat-code

De code werd zo compatibel mogelijk gehouden met de reeds bestaande seriële protocollen. Een uitgezonden byte bestaat uit een startbit, acht databits en twee stopbits. Er wordt geen pariteitscontrole toegepast. Een logische "L" komt overeen met het witniveau in het videosignaal, dus ongeveer 1 V. Een logische "H" wordt uitgezonden als zwartniveau, dus ongeveer 0,3 V. De breedte van de bit-pulsen bedraagt 6 µs. Een bit wordt onmiddellijk na de zwartdrempel van de kleurenburst gestart, dat betekent ongeveer 7,5 µs na het einde van de lijnsync. In de tabel van figuur 5/3.14-2 is de functie van alle voor Videodat-I gereserveerde lijnpulsen toegelicht. Hieruit blijkt dat de twee eerste lijnen en de laatste lijn van iedere Videodat-groep gevuld worden met digitale "H".

EERSTE HALFBEELD	TWEEDE HALFBEELD	FUNCTIE
23	336	ZWARTNIVEAU
24	337	ZWARTNIVEAU
25	338	STARTBIT, WITNIVEAU
26	339	EERSTE DATABIT
27	340	TWEEDE DATABIT
28	341	DERDE DATABIT
29	342	VIERDE DATABIT
30	343	VIJFDE DATABIT
31	344	ZESDE DATABIT
32	345	ZEVENDE DATABIT
33	346	ACHTSTE DATABIT
34	347	STOPBIT, ZWARTNIVEAU
35	348	STOPBIT, ZWARTNIVEAU
36	349	ZWARTNIVEAU

Figuur 5/3.14-2: De samenstelling van het Videodat-woord.

Videodat-decoder

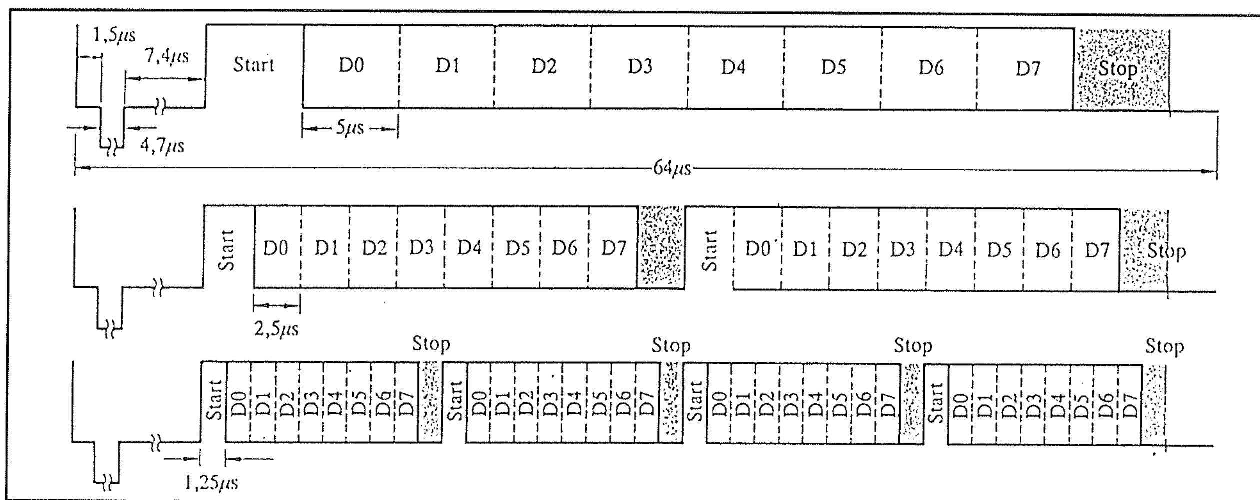
Zoals beschreven staan de Videodat-gegevens ter beschikking op de video-uitgang van een TV of videorecorder. Via een speciale decoder kunnen zij uit het videosignaal uitgelezen worden en omgezet in een standaard seriële code. Aan de ingang van de decoder wordt een standaard videosignaal met een top-tot-top waarde van 1 V aangeboden. Het systeem tast de lijnen af, op zoek naar de specifieke Videodat-lijnen.
De gegevens worden in een geheugen opgenomen en vandaar uit met een standaard snelheid van 300 Baud uitgevoerd via de seriële poort. Er wordt geen gebruik gemaakt van handshaking tussen decoder en computer. De meeste decoders hebben ook een parallelle uitgang, waarop rechtstreeks een printer kan worden aangesloten.

Videodat-II

Sneller

Het Videodat-systeem werd niet alleen toegepast bij openbare TV-uitzendingen, maar vond ook toepassing bij grote gesloten TV-systemen, zoals bij het optisch bewaken van grote militaire en industriële complexen.
Via een eenvoudig toetsenbord met wat extra elektronica, gekoppeld aan een bewakings- of observatie-camera, kan men immers naast het beeld ook nog teksten naar een centrale meld- en regelkamer versturen.
Bovendien kan men met het systeem allerlei productiegegevens, zoals meetwaarden, via de videokabel versturen en centraal verwerken. Al snel bleek er behoefte aan een sneller systeem.

3.14 Het Videodat-systeem



Figuur 5/3.14-3: De drie mogelijke gegevensformaten van Videodat-II.

Videodat-II

In 1988 werd een nieuwe norm ontwikkeld, Videodat-II genoemd. Met deze norm kan men tot maximaal vier tekens per lijnpuls versturen. Het systeem is flexibel opgezet en biedt de mogelijkheid in iedere lijnpuls 1, 2 of 4 bytes onder te brengen. Hoe deze bytes in de lijnen verwerkt worden, volgt uit figuur 5/3.14-3.
Er wordt nu gewerkt met slechts één stopbit, terwijl het startbit aanwezig blijft. Als meer dan een byte per lijn wordt verzonden, worden de stop- en startbits van het eerste en het volgende byte achter elkaar verzonden. De breedte van een bit is uiteraard afhankelijk van het aantal bytes dat in de lijnpuls verwerkt wordt. Bij één byte per lijnpuls wordt gewerkt met bits die een breedte hebben van 5 µs. Deze pulsbreedte wordt gereduceerd tot 2,5 µs of 1,25 µs als er twee of vier bytes per lijnpuls worden getransporteerd.

Het protocol

Vertaald naar gewone RS-232 communicatie kan men het protocol van Videodat-II omschrijven met "1,8,1,N":
- een startbit;
- acht databits;
- een stopbit;
- geen pariteit.

De snelheid, uitgedrukt in Baud, kan als volgt worden samengevat:
- 1 byte/lijn: ongeveer 600 Baud;
- 2 byte/lijn: ongeveer 1.200 Baud;
- 4 byte/lijn: ongeveer 2.400 Baud.

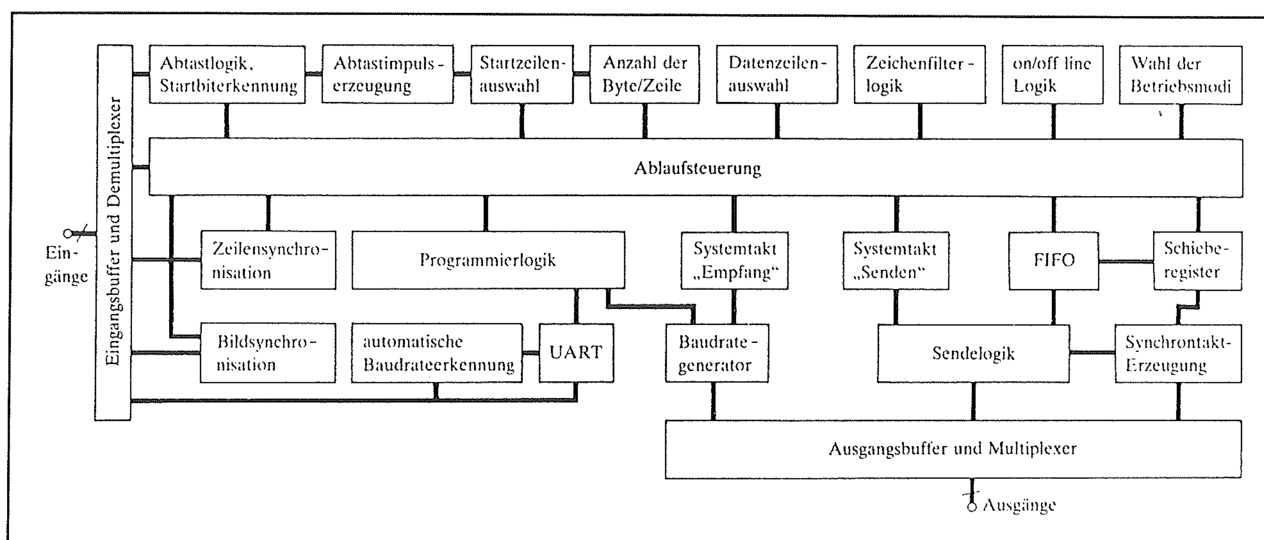
Meerkanaals

Videodat-II biedt de mogelijkheid meer dan een datakanaal uit te zenden. In een datablok van vier opeenvolgende lijnpulsen kunnen enkele lijnen of paren van lijnen als autonome datakanalen gebruikt worden. In principe kunnen deze datablokken beginnen in de lijnpulsen 7, 11, 15, 19, 24 en 28. Hierbij worden natuurlijk overige gegevens, die in deze lijnen gedefinieerd zijn, zoals Teletext, overschreven. Maar Videodat-II is niet alleen ontworpen voor openbaar gebruik via de bestaande TV-zenders, maar ook voor privé-gebruik. Het overschrijven van andere, specifiek aan het openbaar TV-net gekoppelde gegevens, is dan natuurlijk geen probleem. In de tabel van figuur 5/3.14-4 is een overzicht gegeven van de organisatie van de vier verschillende datakanalen van Videodat-II.

3.14 Het Videodat-systeem

LIJNPULSEN	4 KANALEN	2 KANALEN	1 KANAAL
STARTLIJN: 7,11,15,19,24,28	200 TEKENS	400 TEKENS	800 TEKENS
STARTLIJN + 1	200 TEKENS		
STARTLIJN + 2	200 TEKENS	400 TEKENS	
STARTLIJN + 3	200 TEKENS		

Figuur 5/3.14-4: De organisatie van de een tot vier datakanalen bij Videodat-II, met het aantal tekens dat per seconde verstuurd kan worden.



Figuur 5/3.14-5: Het intern blokschema van de Videodat-II coder/decoder VD01.

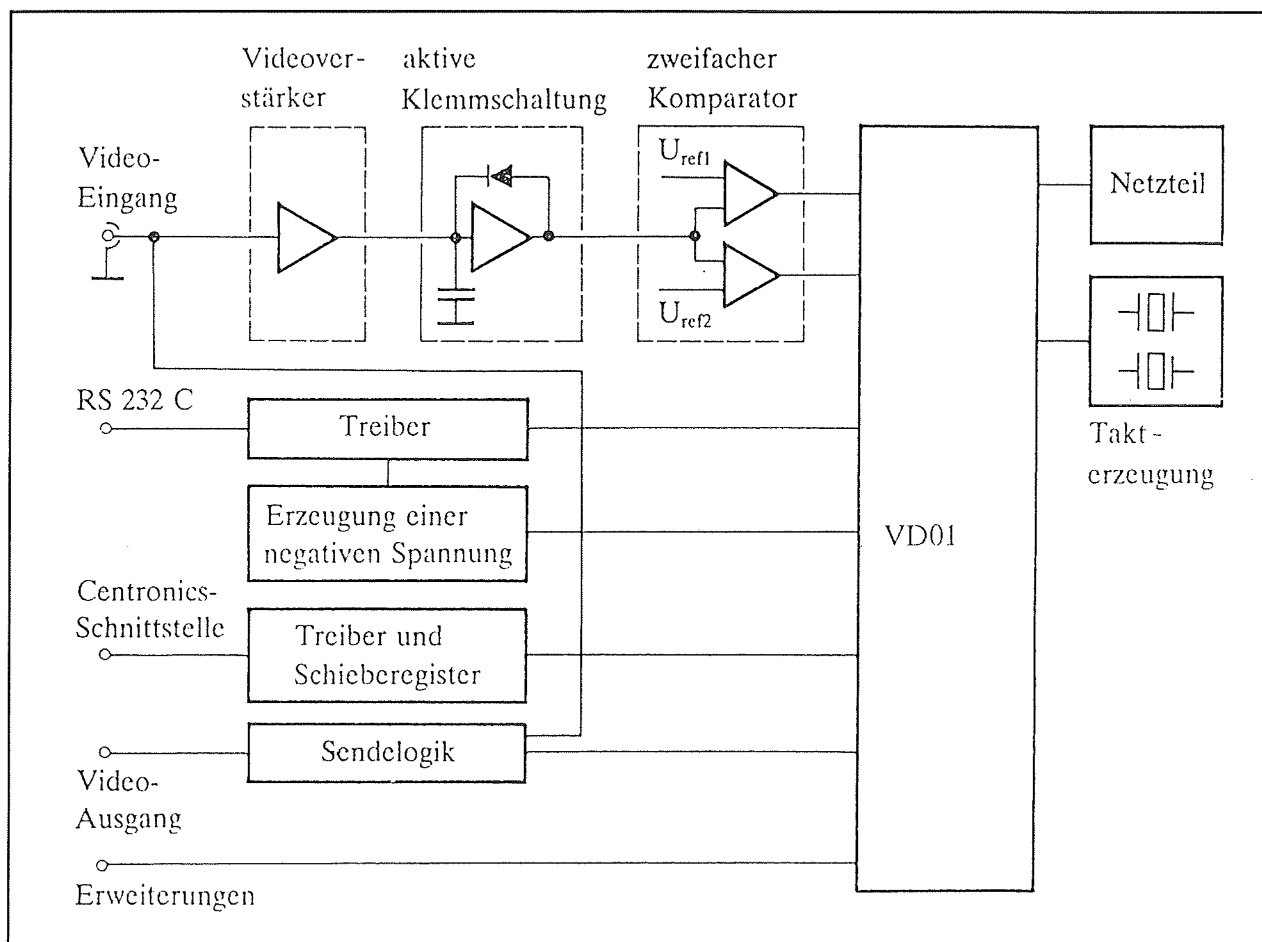
Besturingstekens

Videodat-II biedt de mogelijkheid tot het verzenden van besturingstekens. Hiervoor is het gebied boven ASCII-223 gereserveerd. Zo kan een volledig automatisch werkend decodeersysteem worden ontwikkeld, waarbij de decoder slechts reageert als een van de vier kanalen een bepaalde besturingscode uitzendt. De verbinding met computer of printer komt dan volledig automatisch tot stand.

VD01 coder/decoder

Videodat-II is niet meer te decoderen met eenvoudige schakelingen. Er moeten nu immers systemen ingebouwd worden, die niet alleen volledig automatisch decoderen hoeveel bytes er per lijnpuls worden uitgezonden, maar die ook in staat zijn stuurtekens te detecteren en te decoderen. Er is een speciaal IC ontwikkeld, de VD01. Dit IC, dat 200 standaard TTL-schakelingen vervangt, kan op een eenvoudige manier naar klantenspecificatie worden ingericht.
Het IC kan niet alleen gebruikt worden om Videodat-II data te decoderen, maar kan op een even eenvoudige manier ingezet worden om Videodat-II gegevens in een videosignaal te integreren.
Het intern blokschema is getekend in figuur 5/3.14-5.

3.14 Het Videodat-systeem



Figuur 5/3.14-6: De VD01 als hart van een volledige Videodat-II coder/decoder.

Het IC kan via een seriële poort geprogrammeerd worden voor diverse toepassingen. De VD01 kan automatisch herkennen hoeveel bytes er per lijnpuls worden uitgezonden en heeft de mogelijkheid om besturingstekens met hun functie in een geheugen te programmeren. De seriële uitgang kan ingesteld worden op een Baudrate van 300 tot 38.400 Baud.

Tot slot van deze bespreking is in figuur 5/3.14-6 het volledig blokschema van een Videodat-II coder/decoder getekend, met uiteraard de VD01 als hart van het systeem. Een dergelijke schakeling kan voor ongeveer *f* 150,00 op de markt gebracht worden.

5/3.15

Werking en functie van de breedbeeld PALplus WSS-bits

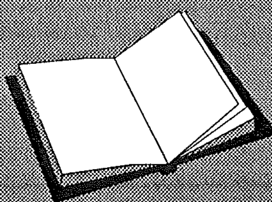
Breedbeeld-informatie

Op dit moment is het TV-wereldje vrij onoverzichtelijk geworden.
Naast de traditionele uitzendingen in 4:3-formaat in "Standard PAL" staat het nieuwe breedbeeld-formaat PALplus toe andere beeldverhoudingen uit te zenden. De meest gebruikte breedbeeld-verhouding is 16:9, maar de standaard staat ook toe uitzendingen te verzorgen in 14:9 verhouding en zelfs in ">16:9". Breedbeeld PALplus-ontvangers moeten op de een of andere manier er van op de hoogte zijn in welk formaat een bepaald programma wordt uitgezonden. Hetzelfde geldt voor moderne video-recorders, die in staat zijn breedbeeld-uitzendingen te registreren. Naast deze beeld-verhoudingen ondersteunt PALplus ook "Surround Sound". Ook dit moet op de een of andere manier aan de TV-ontvanger worden bekend gemaakt.
Vervolgens heeft men nog de "MACP"-optie (zie verder), die door de meeste breedbeeld-ontvangers ondersteund wordt. Tot slot heeft men nog de mogelijkheid ondertitels, die via Teletext worden verstuurd, automatisch met het beeld te mengen.
De vraag is hoe deze gegevens van de zender naar de breedbeeld-TV verstuurd kunnen worden en wel op een dusdanige manier dat "traditionele" 4:3-TV's er geen last van hebben.

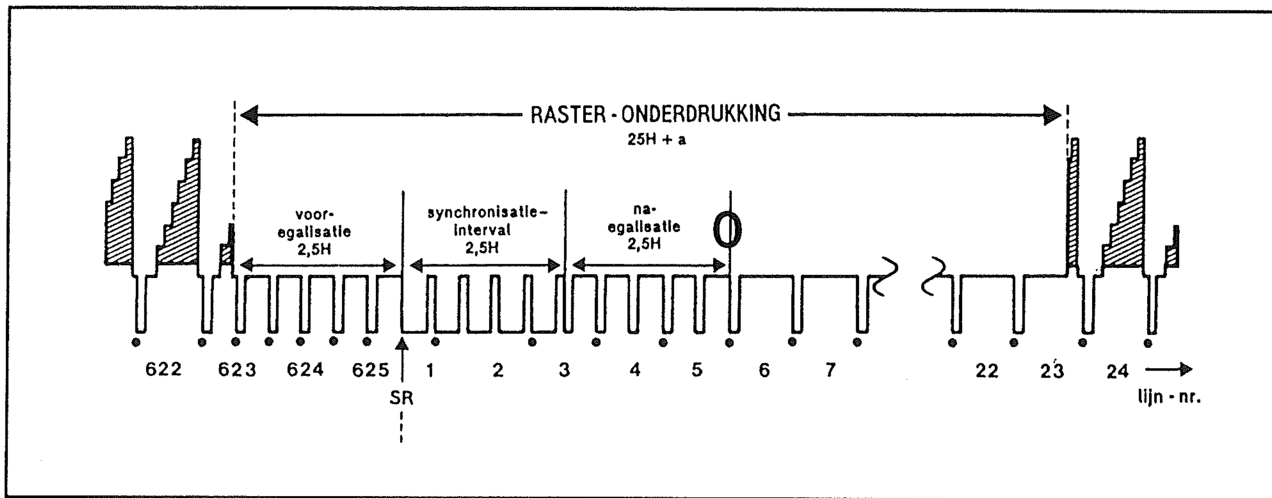
Toch nog vrije lijnen

Een TV-beeld is samengesteld uit 625 lijnen, dat is algemeen bekend. Van deze lijnen worden er echter slechts 575 gebruikt voor de opbouw van het beeld. De overige vijftig liggen rond de overgang van het ene halve beeld naar het volgende halve beeld en bevatten geen beeldinformatie. Nadat de elektronenspot de laatste lijn van een half beeld geschreven heeft moet hij weer naar de bovenste rand van de beeldbuis worden gestuurd. Gedurende deze terugslag, de rasteronderdrukking genoemd, wordt de intensiteit van de spot op nul gesteld, zodat men niets merkt van deze verplaatsing.
Om er nu zeker van te zijn dat er gedurende deze terugslagtijd geen beeldinformatie verloren gaat heeft men rond iedere terugslag 25 lijnen ingelast die geen video-informatie bevatten.

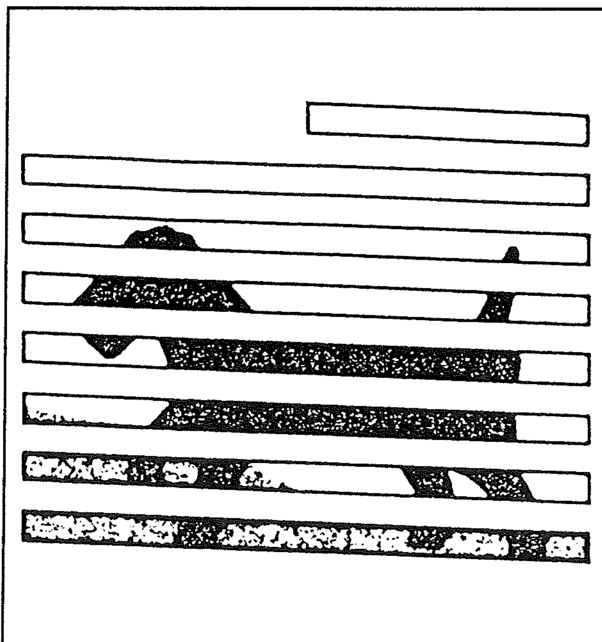
LEES OOK:
Hoofdstuk 5/3.13
Hoofdstuk 5/3.14
Hoofdstuk 5/3.1.1
Hoofdstuk 5/3.1.2
Hoofdstuk 5/4.13.2



3.15 Werking en functie van de breedbeeld PALplus WSS-bits



Figuur 5/3.15-1: De gedetailleerde samenstelling van de eerste 24 lijnen van één TV-beeld.



Figuur 5/3.15-2: De eerste halve lijn van het eerste halve beeld begint in het midden van de bovenste rand van het beeldscherm.

Deze lijnen bevatten wel de lijnsyncpulsen, omdat het noodzakelijk is de synchronisatieschakelingen in de ontvanger ook gedurende de terugslag aan te sturen. De preciese timing van de eerste 24 lijnen van een volledig TV-beeld is getekend in figuur 5/3.15-1. Een groot aantal van deze "niet nuttige" lijnen wordt gebruikt voor het verzenden van digitale informatie, zoals:

- de EBU VIT-testlijnen;
- de lijnen voor VPS-codering;
- videodat-lijnen;
- de lijnen voor teletext.

Toch worden niet alle vijftig beschikbare lijnen tot nu toe gebruikt en dat is maar goed ook, want dank zij deze vrije lijnen kan men de gegevens van de breedbeeldformaten (16:9 en 14:9) en de overige PALplus codes onder digitale vorm van de zender naar de TV versturen. Men heeft hiervoor lijn 23 gekozen. Dit is de lijn waarmee het eerste halve beeld begint. Deze eerste "nuttige" lijn start echter niet in de linker bovenhoek van het beeld, maar in het midden van de bovenste rand van het scherm, zie figuur 5/3.15-2. Het gevolg is dat de eerste helft van deze lijn niet gebruikt wordt voor video-informatie. In deze eerste helft kan men dus zonder enig probleem wat digitale informatie verpakken.

WSS-bits

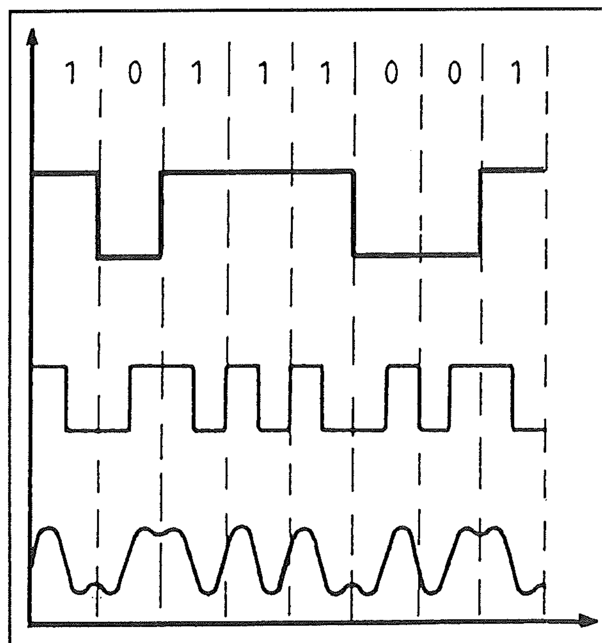
Al deze gegevens worden verstuurd in de zogenoemde "WSS-bits", letterwoord voor

3.15 Werking en functie van de breedbeeld PALplus WSS-bits

"Wide Screen Signalling". Op dit moment worden er 14 actieve bits gebruikt, maar een halve lijn kan veel meer digitale gegevens bevatten, zodat er nog ruimte genoeg is in lijn 23 voor toekomstige ontwikkelingen.

Modulatie

Uiteraard kunnen de bits niet zonder meer verwerkt worden in een analoog TV-signaal. De bandbreedte van het systeem is veel te laag. Vandaar dat er een soort van modulatie wordt toegepast, die ook gebruikt wordt bij de digitale gegevens die voor het VPS-systeem in "niet nuttige" lijnen worden verwerkt. De gegevens worden in zogenoemde "bi-fase" modulatie gemoduleerd op de lijn met een modulatiediepte van 50 %. Hoe die bi-fase modulatie er uit ziet is getekend in figuur 5/3.15-3.



Figuur 5/3.15-3: De bi-fase modulatie van de seriële digitale gegevens.

In deze figuur is als voorbeeld een woord getekend, dat bestaat uit de bitvolgorde "H-L-H-H-H-L-L-H". Ieder bit wordt nu voorgesteld door een overgang van "L" naar "H" of van "H" naar "L" in het midden van de bitperiode. Een "H" wordt omgezet in een "H" naar "L" flank, een "L" in een "L" naar "H" flank (zie midden van de figuur). Op deze manier kunnen twee opeenvolgende identieke bits toch van elkaar onderscheiden worden. Dit mooie digitale signaal wordt nu gefilterd, waardoor het onderste signaal van figuur 5/3.15-3 ontstaat. Dit signaal wordt nadien op het juiste moment met de juiste lijn gemengd.
In de WSS-decoder in de breedbeeld-ontvanger kan, dank zij een clock die op de bi-fase frequentie staat afgestemd, uit dit analoge signaal weer het oorspronkelijke seriële digitale formaat worden herleid.

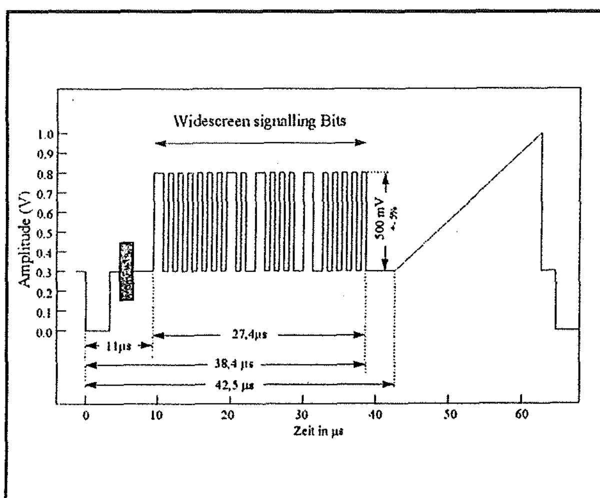
De samenstelling van lijn 23

In figuur 5/3.15-4 is de samenstelling van lijn 23 getekend. Na de horizontale syncpuls en de kleurenburst (samen goed voor 11 µs) komen de WSS-bits in de eerste 27,4 µs van de lijnpuls. De zaagtandvormige spanning die in de tweede helft van de lijnpuls is getekend, is de symbolische voorstelling van het video-signaal, dat de eerste halve lijn op het beeldscherm schrijft. Opgemerkt moet worden dat alleen bij "Standard PAL"-uitzendingen de tweede helft van deze lijn wordt gebruikt voor video-informatie. Bij "PALplus"-uitzendingen zit hierin aditionele informatie, die hier echter niet ter zake doet.

Specificaties van de bits

De WSS-bits hebben de onderstaande specificaties:
- klok-frequentie:
  5 MHz
- amplitude:

500 mV
- modulatie:
  NRZ-L
- datarate:
  833 kbit/s



Figuur 5/3.15-4: De samenstelling van lijn 23.

De samenstelling van de WSS-code

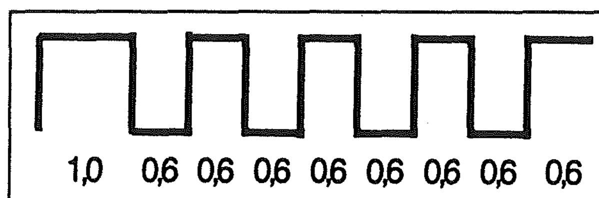
De volledige code bestaat uit drie blokken:
- "Run"-in code;
- "Start"-code;
- "Data"-code.

De "Run"-in-code

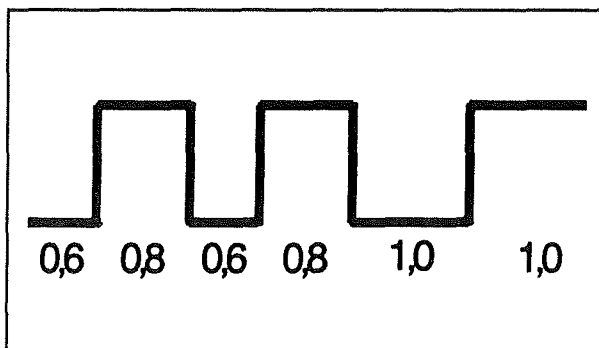
Deze code start met een stijgende flank 11,0 µs na de start van de lijn-sync. De eerste puls duurt 1,0 µs, de acht volgende 0,6 µs. De bit-volgorde van deze code is getekend in figuur 5/3.15-5. Deze code wordt gebruikt om in de breedbeeld-TV de fase van de 5 MHz oscillator, die de WSS-bits moet herwinnen, te synchroniseren met de uitgezonden data.

De "Start"-code

Na de "Run"-in-code komen zes bits die de zogenoemde Start-code vormen. De samenstelling van deze code is getekend in figuur 5/3.15-6. Deze code levert een unieke "handtekening", waardoor de elektronica in de breedbeeld-TV de daaropvolgende codes herkent als behorende tot de WSS-set.



Figuur 5/3.15-5: De samenstelling van de "Run"-in-code.



Figuur 5/3.15-6: De samenstelling van de "Start"-code.

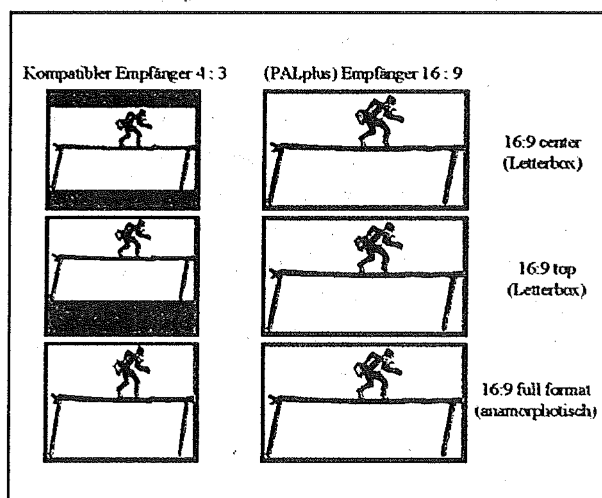
De "Data"-code

Na deze inleidende bits worden de eigenlijke WSS-bits uitgezonden. Dat zijn er op dit moment 14, elk 1,2 µs lang, gecodeerd van B0 tot en met B13 en gegroepeerd in vier groepen:
- de "Aspect Ratio"-groep (3 bits + een even parity bit);
- de "Enhanced Services"-groep (4 bits);
- de "Subtitles"-groep (3 bits);
- de "Unallocaded"-groep (3 bits).

3.15 Werking en functie van de breedbeeld PALplus WSS-bits

B0	B1	B2	B3	BEELDFORMAAT	METHODE	POSITIE	ACTIEVE LIJNEN
0	0	0	1	4:3	VOL-FORMAAT	----	576
1	0	0	0	14:9	LETTERBOX	MIDDEN	504
0	1	0	0	14:9	LETTERBOX	BOVEN	504
1	1	0	1	16:9	LETTERBOX	MIDDEN	430
0	0	1	0	16:9	LETTERBOX	BOVEN	430
1	0	1	1	>16:9	LETTERBOX	MIDDEN	----
0	1	1	1	14:9	VOL-FORMAAT	----	576
1	1	1	0	16:9	ANAMORPH	----	576

Figuur 5/3.15-7: De codering van de vier bits van de "Aspect Ratio"-groep.



Figuur 5/3.15-8: De definitie van de begrippen "Letterbox" en "Full Format Anamorph".

De "Aspect Ratio"-groep

De drie bits B0 tot en met B2 van deze groep definiëren het beeld-formaat van de uitzending en wel volgens de tabel van figuur 5/3.15-7. Het vierde bit B3 voert een controle uit op de geldigheid van de door de PALplus-ontvanger gedetecteerde code-samenstelling van B0 tot en met B2. Met "Full Format" (vol-formaat) wordt gedefinieerd dat alle 575 "nuttige" lijnen beeldinformatie bevatten, ofwel onder de vorm van een standaard PAL-beeld, ofwel onder de vorm van een als ColorPlus gecodeerd signaal. "Letterbox" maakt gebruik van veel minder lijnen om een zogenoemd "kern-beeld" te versturen. De balken boven en onder het kern-beeld blijven bij ontvangst op een normale PAL-ontvanger zwart. "Anamorph" wil zeggen dat het beeld dusdanig optisch wordt vervormd, dat het zowel op een 4:3 als op een 16:9 beeldbuis het scherm volledig vult. De voorbeelden in figuur 5/3.15-8 zullen duidelijk maken wat de drie definities precies voor gevolg hebben op een 4:3 en op een 16:9 scherm.

Bij PALplus-uitzendingen in "Letterbox"-formaat bevatten de beeldlijnen die op het 4:3-scherm de zwarte balken boven en onder veroorzaken, informatie. De daarin onder digitale vorm verzonden gegevens bevatten de fijne details van de vertikale

beeldstructuren. De bedoeling hiervan is dat het bekende Moiré-effect (kijk naar iemand in een gestreept pak op standaard PAL) op het beeldscherm wordt gecompenseerd. Dit geldt uiteraard alleen voor TV-ontvangers die PALplus-gegevens kunnen decoderen. De groffe gegevens van de vertikale beeldstructuren worden in de lijnen van het kern-beeld verzonden en worden op iedere TV weergegeven.
Van alle mogelijke beeld-formaat definities worden in de praktijk alleen 4:3 in vol-formaat en 16:9 midden, toegepast. In Engeland zijn wel eens proefuitzendingen geweest in het 14:9-formaat, maar het valt niet te verwachten dat dit formaat een echte standaard zal worden. Het zal duidelijk zijn dat 16:9-materiaal op een breedbeeld-ontvanger steeds schermvullend wordt weergegeven. Bij de "Letterbox"-formaten op 4:3-beeldbuizen wordt meestal gebruik gemaakt van de optie "MIDDEN", hoewel het in de praktijk zinvoller zou zijn om de optie "BOVEN" toe te passen. De zwarte balk aan de onderkant van het beeld word dan groter, zodat er meer plaats is voor ondertiteling. Reden daarvoor is dat er, behalve in België en Nederland, weinig zenders zijn die gebruik maken van ondertiteling.

De "Enhanced Services"-groep
De "Enhanced Services"-groep bestaat uit vier bits, B4 tot en met B7, die specificeren hoe het breedbeeld-signaal wordt gecodeerd.

- Bit B4:
  Als dit bit "0" is, wordt gebruik gemaakt van de "Camera Mode", als het bit "1" is van de "Film Mode". Bij "Film Mode" worden beide velden (even en oneven) van één beeld-frame van een en hetzelfde beeldje van een film genomen. Dit is het geval als een traditionele film wordt gescand. Bij "Camera Mode" zijn beide velden van één beeld-frame onafhankelijk van elkaar, een situatie die zich voordoet als een scène met een video-camera wordt opgenomen. In deze situatie wordt gebruik gemaakt van de "interlaced"-methode, die ook bij "Standard PAL" wordt toegepast.
- Bit B5:
  Dit bit bepaalt de manier waarop de kleureninformatie wordt gecodeerd. Is dit bit "0", dan wordt gebruik gemaakt van "Standard PAL", is dit bit "1", dan wordt gebruik gemaakt van "MACP". MACP is het letterwoord voor "Motion Adaptive Colour Plus". Dit is de coding- en encoding-technologie die gebruikt wordt bij de "Camera Mode". Door deze techniek wordt een betere scheiding tussen kleuren- en luminescentie-informatie bereikt.
- Bit B6:
  Bit B6 definieert of er al dan niet een "Helper"-signaal aanwezig is. Is B6 = "0", dan is er geen "Helper" aanwezig. Is dit bit "1", dan wordt er een gemoduleerde "Helper" uitgezonden. De "Helper" is de aanvullende informatie, die opgeslagen wordt in de lijnen, die bij een "Letterbox"-beeld niet gebruikt worden voor het uitzenden van het "kern-beeld".
- Bit B7:
  Dit bit is gereserveerd voor toekomstig gebruik en wordt standaard op "0" gehouden.

De "Subtitles"-groep
Deze groep bevat de bits B8, B9 en B10 en bepaalt of ondertiteling-informatie, die via Teletext wordt uitgezonden, in het beeld wordt geprojecteerd. Verder kan hiermee de positie van deze informatie gedefinieerd worden. In figuur 5/3.15-9

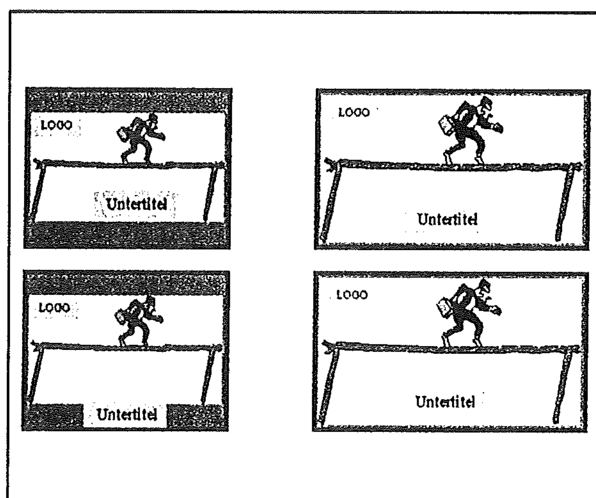
3.15 Werking en functie van de breedbeeld PALplus WSS-bits

is te zien wat hiermee in de praktijk bedoeld wordt. Bij een PALplus-ontvanger maakt deze informatie niets uit. De ondertitels en eventueel het logo van de zender staan steeds op dezelfde plaats. Bij een standaard 4:3-ontvanger maakt dit wél wat uit. De ondertitels en het logo kunnen in het "actieve beeld" (active picture) worden geplaatst (boven) of in de ruimte die bij de ontvangst van 16:9-materiaal toch zwart blijft op een 4:3 beeldbuis (onder). In dit geval spreekt men van ondertiteling "out of active picture".
Opgemerkt moet worden dat PALplus géén logo of Teletext-informatie verstuurt. Deze gegevens moeten via de normale Teletext-diensten verstuurd worden. Bovendien zal het duidelijk zijn dat de codering in deze bits geen invloed heeft op de plaats van logo's en ondertitels die samen met de video-informatie worden verzonden. Deze komen steeds terecht op de plaats waar zij bij de eindredactie zijn ingevoegd.

- Bit B8:
  Is dit bit "0", dan zijn er géén Teletext-ondertitels aanwezig. Is dit bit "1", dan zijn deze wél voorradig.
- Bits B9 en B10:
  Deze twee bits bepalen de plaats van de ondertiteling:
  - B9 = "0", B10 = "0":
    De ondertitels worden niet weergegeven.
  - B9 = "1", B10 = "0":
    De ondertitels worden in het actieve beeld weergegeven.
  - B9 = "0", B10 = "1":
    De ondertitels worden in het niet-actieve deel van het beeld weergegeven.
  - B9 = "1", B10 = "1":
    Deze code-combinatie is gereserveerd voor toekomstig gebruik.

De "Unallocaded"-groep

Deze laatste groep bevat de bits B11, B12 en B13. "Unallocated" betekent "niet toegewezen", een treffende omschrijving, want B12 en B13 zijn nog niet in gebruik en worden op dit moment standaard op "0" gezet. Bit 11 is het "Surround Sound"-bit. Is dit bit "0", dat bevat het audiomateriaal géén Surround Sound informatie. Is dit bit "1", dan is dat wél het geval.



Figuur 5/3.15-9: De plaats van het zender-logo en de ondertitels bij 4:3-ontvangers (links) en bij PALplus-ontvangers (rechts).

3.15 Werking en functie van de breedbeeld PALplus WSS-bits

5/3.16

Werking en principes van TV-projectoren

Inleiding

De ene markt schept de volgende

De snelle acceptatie van DVD door het grote publiek heeft voor een neveneffect gezorgd: de vraag naar TV's met zeer groot beeldscherm neemt toe. De hoge kwaliteit van DVD vraagt als het ware om een scherm dat veel groter is dan het standaard scherm van een TV. De industrie speelt hier handig op in en probeert begrippen als "Home Theater" of "Thuisbioscoop" ingeburgerd te krijgen.

Grenzen aan de beeldbuis

De traditionele beeldbuis heeft echter grenzen! Men kan het beeldscherm op dit moment niet veel groter maken dan typen met een beelddiagonaal van ongeveer 88 cm. Een en ander heeft te maken met het feit dat de beeldbuis luchtledig moet zijn. Mét lucht in de buis zouden de elektronen niet van het elektronenkanon, in de hals van de buis, naar het beeldscherm kunnen vliegen. Maar deze luchtledigheid heeft tot gevolg dat de luchtdruk immens grote krachten op het glazen oppervlak van de beeldbuis uitoefent. Krachten, die alleen kunnen worden opgevangen door dik glas te gebruiken en zeer ingenieus uitgewerkte vormgeving toe te passen. Maar groter dan een diameter van 88 cm gaat écht niet meer!

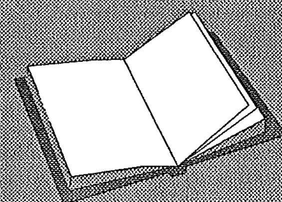
Alternatieve systemen

De industrie is op zoek gegaan naar alternatieven voor de beeldbuis. Het eerste alternatief, het grootbeeld vlakke beeldscherm, schiet niet écht op. Weliswaar zijn deze reeds in de handel, maar voor prijzen die een massale verkoop in de weg staan.
Gelukkig is er een goedkoper alternatief ontwikkeld: TV-projectie. Deze technologie bestaat reeds lang, maar werd voornamelijk toegepast in bedrijfsmatige omgevingen voor presentaties, educatie en beurzen. Men is er in geslaagd de noodzakelijke technologie steeds goedkoper te produceren, zodat een TV-projector nu te koop is voor de prijs van een standaard breedbeeld TV.

Twee systemen

Er zijn twee systemen in omloop. Bij het eerste systeem bevindt de gehele techniek zich in één behuizing, met als resultaat

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/3.17
Hoofdstuk 5/3.1

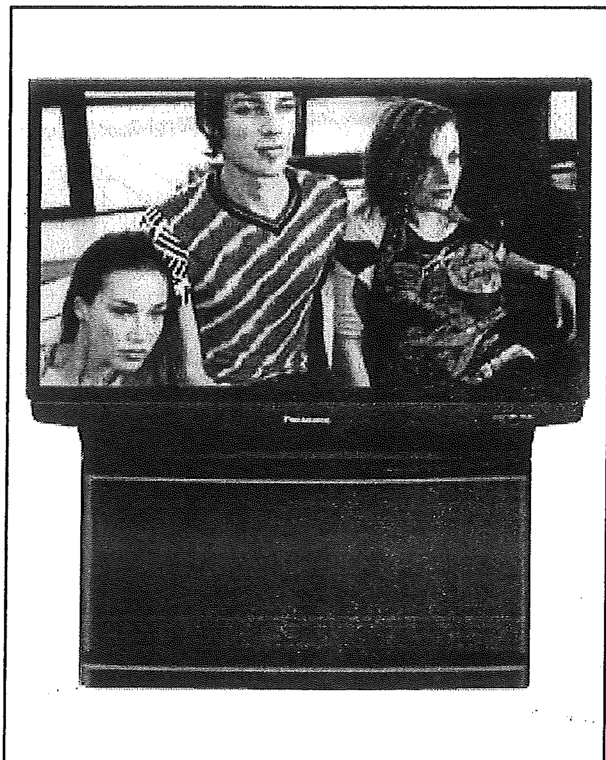


3.16 Werking en principes van TV-projectoren

een uit de kluiten gewassen TV-meubel dat zó in de woonkamer kan worden gezet. Bij het tweede systeem wordt gebruik gemaakt van een losse TV-projector, beamer genoemd, en een los scherm.

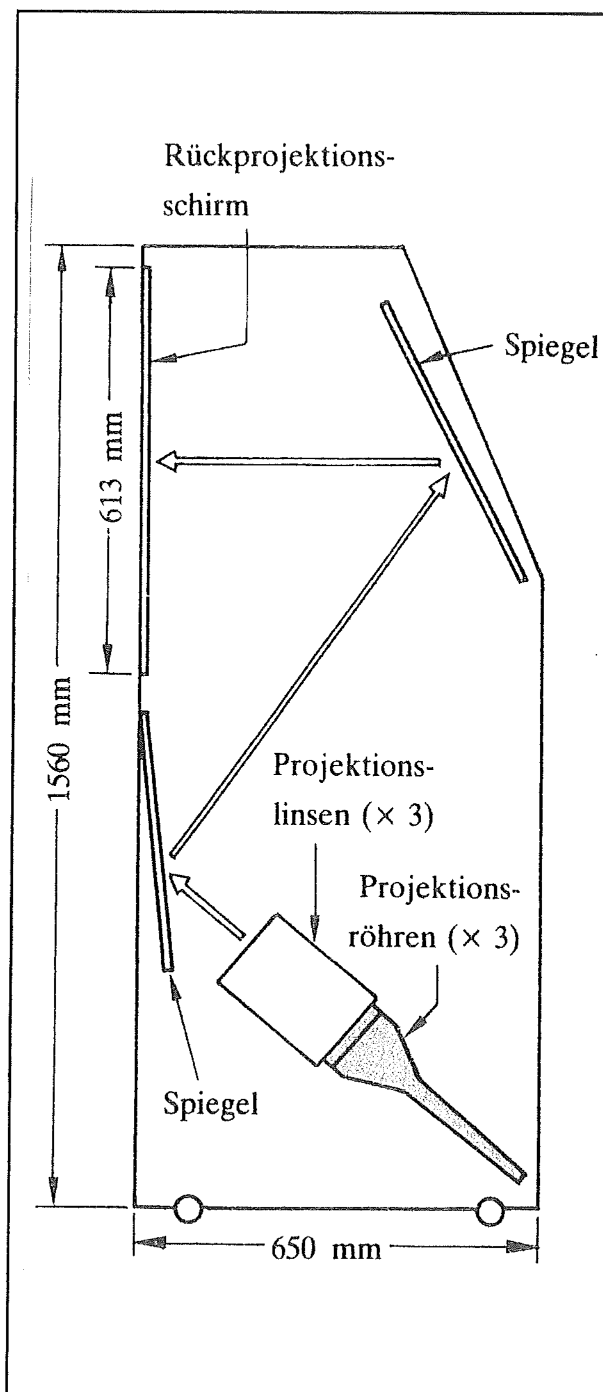
Grootbeeld TV's

Het eerste soort apparatuur wordt ook wel eens grootbeeld TV's genoemd. Een en ander heeft te maken met het feit dat aan het begrip "TV-projectie" een nare bijsmaak hangt. De eerste systemen leverden namelijk een niet al te beste beeldkwaliteit. Maar hoewel dergelijke apparaten er uitzien als uit de kluiten gewassen normale TV's, zie figuur 5/3.16-1, zijn het wel wis en waarachtig projectiesystemen.



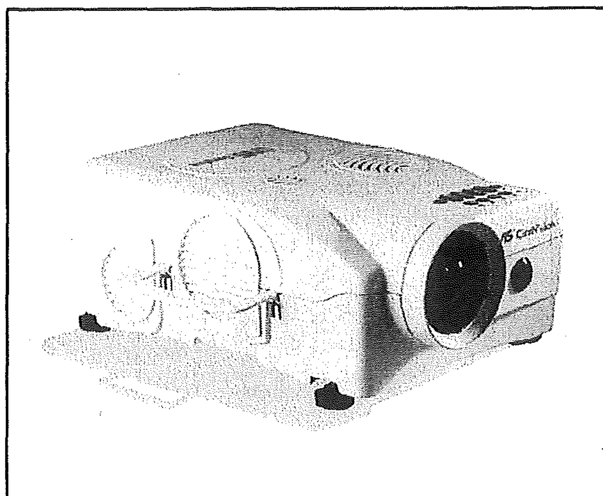
Figuur 5/3.16-1: Een TV-projectie systeem in één behuizing.

Op de een of andere manier is men er in geslaagd de TV-projector, het scherm, een paar spiegels, de noodzakelijke luidsprekers en uiteraard de elektronica in de behuizing onder te brengen. Hoe een en ander in elkaar zit is schematisch voorgesteld in figuur 5/3.16-2.

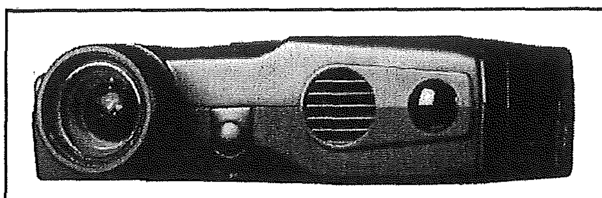


Figuur 5/3.16-2: Doorsnede door een "grootbeeld TV".

3.16 Werking en principes van TV-projectoren



Figuur 5/3.16-3: Een professionele beamer voor presentaties in een grote ruimte.



Figuur 5/3.16-4: Een moderne beamer voor huiskamergebruik is niet veel groter dan een ouderwetse dia-projector.

Overigens weet men tegenwoordig alle spullen in een behuizing onder te brengen die aanmerkelijk kleiner is dan de afmetingen die in deze figuur zijn vermeld. Zo is de moderne KP-41PX1L van Sony maar 49,5 cm diep en heeft een projectiescherm met een diameter van 103 cm. Het apparaat gaat over de toonbank voor EURO 2.039,00.
Het zal duidelijk zijn dat de maximale afmetingen van het beeldscherm ook hier tegen grenzen aanlopen. De voornaamste grens is de afstand tussen de eigenlijke TV-projector en het scherm. Het scherm moet immers min of meer op ooghoogte staan en zelfs met een uitgekiend lenzenstelsel slaagt men er dan niet in de maximale projectiebreedte groter te krijgen dan ongeveer één meter.

Échte TV-projectoren
Échte TV-projectoren oftewel beamers zien er uit als de ouderwetse dia-projectoren, zie figuur 5/3.16-3. Het hier voorgestelde model is een professionele uitvoering, bedoeld voor presentaties in een grote ruimte.
Voor huiskamergebruik slaagt men er in volslanke apparaten op de markt te brengen, die een sieraad in de woonkamer zijn, zie figuur 5/3.16-4.

Twee vliegen in een klap
Naast het op zich al grote voordeel van een metersbrede projectie hebben beamers nog een tweede groot voordeel. Ieder apparaat heeft niet alleen een video-ingang, maar kan ook worden aangesloten op de video-uitgang van een PC. Met een beamer kan men dus niet alleen TV kijken en DVD's bewonderen, maar ook spelletjes op grootbeeld spelen, Internetten en CD-ROM's bekijken.

Projectiesystemen
Dat over de vormgeving, nu de techniek. Op dit moment zijn er drie verschillende soorten beamers in productie:
- LCD-projectoren;
- TFP-projectoren;
- DMD- of DLP-projectoren.

De LCD-systemen waren de eerste grootbeeldsystemen die leverbaar waren en zij hebben dan ook de algemeen gebruikelijke naam "LCD-projector" aan het principe van grootbeeld TV-projectie gegeven. Deze benaming dekt nu de lading niet meer, want de twee overige genoemde moderne systemen zijn in opmars.

3.16 Werking en principes van TV-projectoren

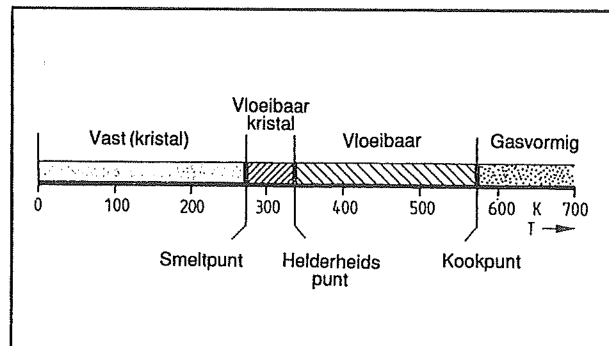
LCD-projectoren

LCD

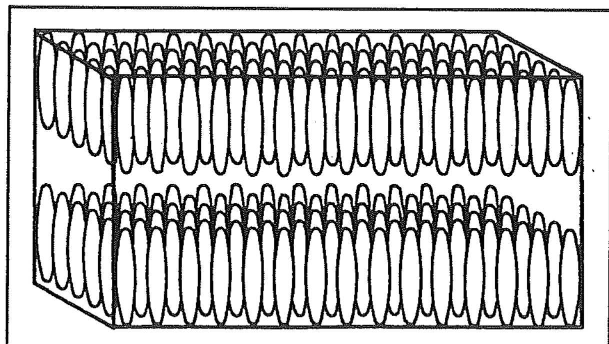
LCD is de afkorting van "Liquid Crystal Display", letterlijk vertaald: "uitlezing met behulp van vloeibare kristallen". De term "vloeibaar kristal" staat voor een uitzonderlijke fysische toestand van sommige stoffen. De meeste stoffen kennen drie zogenaamde aggregatietoestanden: vast, vloeibaar en gasvormig. De overgang van de ene naar de andere toestand is afhankelijk van de druk en de temperatuur. Dat verschijnsel is in de dagelijkse praktijk het best bekend aan de hand van de meest verbreide chemische stof op aarde: water. Iedereen ziet wel elke dag water in zijn drie vormen: damp onder de douche, vloeistof in de koffie en vaste stof als blokje ijs in een drankje.
In de vaste fase vormen de meeste stoffen kristallen. Dat betekent dat de moleculen waaruit de stof bestaat zich volgens strikt driedimensionale patronen ordenen in de stof. Men heeft echter ontdekt dat er bepaalde organische verbindingen bestaan die een soort van vierde aggregatietoestand kennen. Deze bevindt zich tussen de vaste en de vloeibare fase en beslaat een gebied van maar enkele tientallen graden. Deze toestand wordt "het vloeibare kristal" genoemd. In deze toestand zullen de moleculen hun kristalstructuren verlaten, maar zich nog niet ongestoord vrij door de stof bewegen. Uitwendige invloeden, zoals een elektrische spanning, kunnen die situatie echter veranderen en de moleculen een bepaalde richting uitsturen.

De vierde aggregatietoestand

Zoals uit figuur 5/3.16-5 blijkt bevindt deze zich tussen de vaste en de vloeibare fase en beslaat een gebied van maar enige tientallen graden.



Figuur 5/3.16-5: De vierde aggregatietoestand, deze van het vloeibare kristal, geldt slechts over een zeer beperkt temperatuurbereik.



Figuur 5/3.16-6: De structuur van de kristallen bij een smectisch vloeibaar kristal.

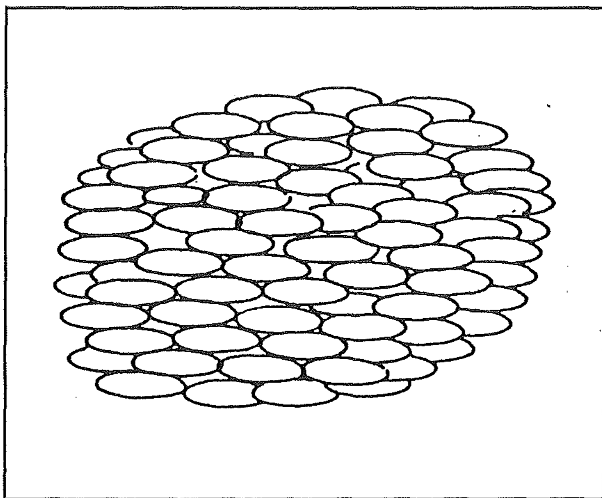
Afhankelijk van het soort stof zullen de moleculen tweedimensionale structuren aannemen met een specifieke vorm.
Met onderscheidt drie verschillende molecuulstructuren bij stoffen die deze vloeibare kristal fase kennen:

- stoffen met smectische fase;
- stoffen met nematische fase;
- stoffen met cholesterische fase.

Stoffen met smectische fase

Bij deze stoffen zullen de moleculen zich in de vloeibare kristal fase groeperen in

lagen, waarbij de lengte-assen van de moleculen allemaal evenwijdig staan. Een typisch voorbeeld van zo'n smectische structuur is getekend in figuur 5/3.16-6.



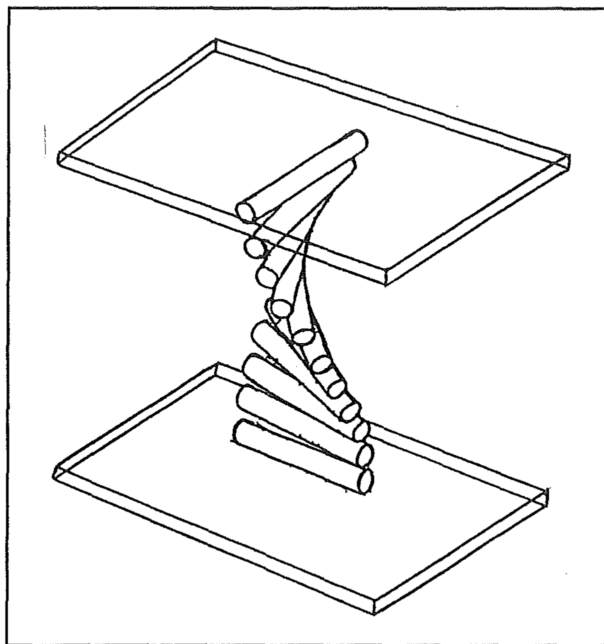
Figuur 5/3.16-7: De molecuulstructuur bij stoffen die een nematische fase kennen.

Stoffen met nematische fase

Bij de nematische fase groeperen de moleculen zich in de lengterichting van de stof. Een schematische voorstelling van deze structuur is getekend in figuur 5/3.16-7.

Stoffen met cholesterische fase

Bij deze vloeibare kristallen zullen de moleculen zich laagsgewijs net zo gedragen als nematische of smectische vloeibare kristallen. Als men echter meerdere molecuullagen bekijkt, dan stelt men vast dat de lengte-assen van de moleculen in de verschillende lagen een bepaalde kleine hoek ten opzichte van elkaar vertonen. Er ontstaat in de derde dimensie van de materie een soort schroefvormige beweging in de lengterichting van de opeenvolgende molecuullagen. Een en ander is toegelicht in figuur 5/3.16-8. In de figuur is een draaiing van 90° voorgesteld. Bij de meeste materialen is deze draaiing echter veel groter, gemiddeld kan men spreken van vijf hele draaiingen per 10 μm stof.



Figuur 5/3.16-8: Een doorsnede door een stuk vloeibaar kristal met cholesterische eigenschappen.

Eigenschappen van de vloeibare kristal fase

Zoals uit de drie vorige figuren blijkt is een belangrijke eis dat de moleculen langwerpig zijn. Alleen dán zullen de fasen van de vloeibare kristal toestand ontstaan. De getekende richting van de moleculen is een gemiddelde. Omdat de Brownse bewegingen al actief zijn in de stof en de molecuulbinding erg zwak is zullen de moleculen trillen rond de getekende gemiddelde posities.

Vanwege deze zwakke molecuulbinding is het mogelijk de onderlinge uitlijning van de moleculen door middel van externe invloeden te verstoren.

In het kader van liquid crystal display's zijn er twee externe invloeden van belang:

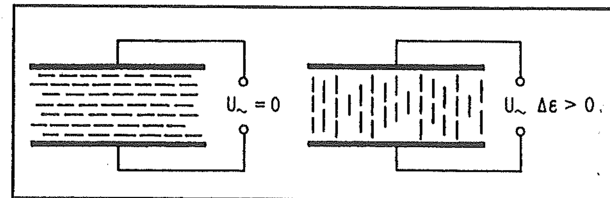
- wisselwerking met geëtste glasplaatjes;
- beïnvloeding door elektrische spanningen.

Wisselwerking met geëtste glasplaatjes

Men kan de uitlijning van de moleculen beïnvloeden door een zeer dunne laag van de stof op te sluiten tussen twee glazen plaatjes, waarvan het oppervlak op een bepaalde manier is behandeld. Etst men bijvoorbeeld op deze plaatjes een submicroscopisch patroon van evenwijdige lijntjes, dan zullen de moleculen van een vloeibaarkristallijne stof met nematische eigenschappen zich tegen de glazen plaatjes in dezelfde richting gaan uitlijnen als de geëtste lijntjes. Door de elasticiteit tussen de moleculen onderling zullen alle moleculen van de stof zich in deze richting uitlijnen. De Brownse beweging van de moleculen wordt daardoor onderdrukt, er ontstaat een dunne laag met homogeen uitgelijnde moleculen.
Op dezelfde manier kan men ervoor zorgen dat de moleculen van een dunne laag cholesterische stof zich over precies 90° draaien. Daarvoor is het voldoende de twee glazen plaatjes te etsen met lijnpatronen die onder een hoek van 90° staan. Door de elasticiteit tussen de moleculen onderling zal er in de laag een homogene draaiing ontstaan tussen 0° en 90°.

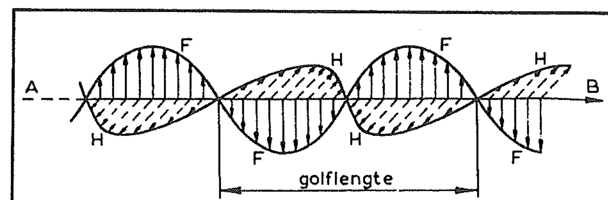
Beïnvloeding door elektrische spanningen

Zet men over de in de vorige paragraaf geschetste sandwich-constructie een elektrische spanning, dan stelt men vast dat naarmate de spanning groter wordt de parallelle uitlijning van de moleculen van de vloeibaarkristallijne stof verstoord wordt. Hoe hoger de spanning, hoe groter de hoek die ontstaat tussen de glasplaatjes en de moleculen. Bij een bepaalde spanning zal de hoek zelfs gelijk worden aan 90°. Dit is voorgesteld in figuur 5/3.16-9.



Figuur 5/3.16-9: De invloed van een externe elektrische spanning op de uitlijning van de moleculen van een vloeibaarkristallijne stof met nematische eigenschappen.

De spanning moet echter een bepaalde drempel overschrijden alvorens er van enig effect op de moleculen sprake is. Dat is logisch, omdat de elektrische veldkrachten die op de moleculen worden uitgeoefend eerst de elasticiteitskracht tussen de moleculen onderling en tussen de moleculen en het lijnenpatroon in de glasplaatjes moeten overwinnen.



Figuur 5/3.16-10: Het licht, een elektromagnetisch golfverschijnsel.

Licht en vloeibaarkristallijne stoffen

Er moeten nu nog twee belangrijke fysische gegevens behandeld worden alvorens de werking van liquid crystal display's duidelijk kan worden en dat is de aard van het licht en de manier waarop licht zich door tussenstoffen voortplant. Zoals bekend is licht een elektromagnetisch golfverschijnsel. Dat wil zeggen dat er afwisselend elektrische en magnetische velden

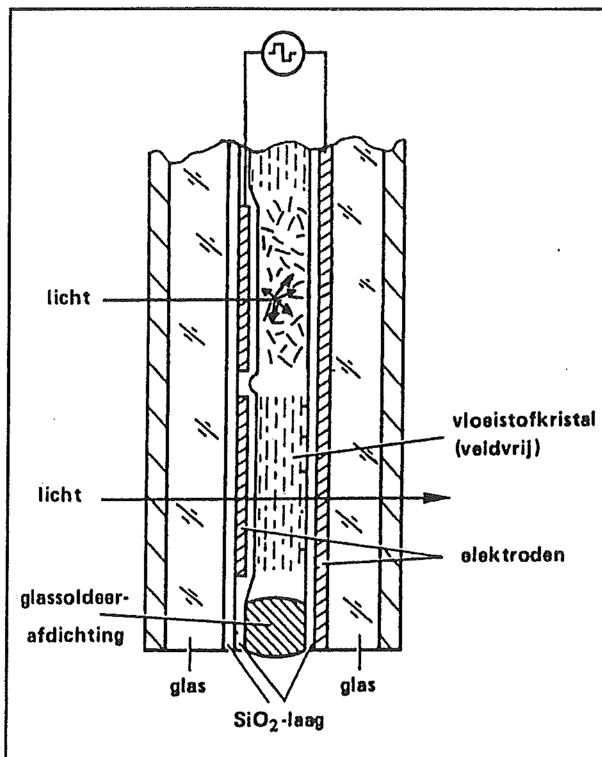
3.16 Werking en principes van TV-projectoren

worden opgebouwd. Deze velden hebben een bepaalde richting en staan loodrecht op elkaar. Dit is schematisch voorgesteld in figuur 5/3.16-10.
In de vrije ruimte zullen deze onderling loodrecht gerichte velden er voor zorgen dat de golf zich rechtlijning voortplant. Het is echter al lang bekend dat de voortplantingsrichting van een elektromagnetische golf kan beïnvloed worden door de materie waarin de golf zich beweegt. De bekendste toepassing daarvan in de breking veroorzaakt door lenzen als een lichtgolf van de lucht binnen dringt in het glas van de lens en nadien van het glas van de lens weer in de lucht.
Als een lichtgolf invalt in een stof met vloeibaarkristallijne eigenschappen, dan zal de golf zich alleen kunnen verplaatsen langs en tussen de lange sigaarvormige moleculen. Zo zal een cholesterisch opgebouwde sandwich van twee glasplaten, die een draaiing in de moleculen heeft van 90° er voor zorgen dat het golffront van een er doorheen bewegende lichtstraal deze draaiing van de lengte-as van de moleculen volgt.
Met andere woorden: ook het golffront van de lichtgolf krijgt een fasedraaiing van 90°!
Als echter een lichtgolf door een vloeibaarkristallijne stof wil dringen waarin de lengte-assen van de sigaarvormige moleculen volledig verstrooid zijn in alle mogelijke richtingen, dan zal het licht volledig gedempt worden. De stof is dan niet langer transparant maar wordt ondoorschijnend. Dat is de reden waarom men de overgang van de vloeistofkristallijne naar de vloeistof fase het helderheidspunt noemt.
Bij deze temperatuur zal de stof echt vloeibaar worden, de moleculen verliezen iedere onderlinge structuur en de lichtgolven worden door de willekeurig gerichte lengte-assen van de moleculen volledig in de stof verstrooid.

LCD-cellen
De LCD-cel vormt de basis van beamers die zijn gebaseerd op LCD-panelen. Iedere cel kan worden beschouwd als één beeldelement, dat ofwel licht spert, ofwel licht doorlaat. De panelen bestaan uit tienduizenden van dergelijke cellen. De panelen worden aangestraald met licht. De cellen van het paneel vormen het TV-beeld en, net zoals bij een ouderwetse dia, het gevolg is dat dit TV-beeld via een lenzenstelsel op het projectiescherm verschijnt. Maar over die LCD-cellen valt een en ander te vertellen.
Er bestaan twee praktische uitvoeringsvormen van LCD-cellen:
- de nematische LCD-cel;
- de cholesterische of twisted nematische LCD-cel.

De nematische LCD-cel
De nematische cel maakt, hoe kan het anders, gebruik van een vloeibaarkristallijne stof die nematische eigenschappen heeft. Deze stof wordt op de reeds beschreven manier aangebracht tussen twee voorbewerkte glazen plaatjes die op ongeveer 10 µm van elkaar staan. Een doorsnedetekening van een dergelijke LCD-cel is getekend in figuur 5/3.16-11. De glazen plaatjes zijn aan de binnenkant voorzien van een laag siliciumoxide SiO_2. In deze laag wordt het lijnenpatroon geëtst dat zorgt voor het uitlijnen van de moleculen. Bovendien zorgt deze laag ervoor dat er geen chemische reactie kan ontstaan tussen de verontreinigingen in het glas en de vloeibaarkristallijne stof. Op de laag SiO_2 worden de elektroden opgedampt. Deze bestaan uit een zeer dunne laag goud.

Deze laag is zo dun dat zij volledig transparant is.



Figuur 5/3.16-11: Dwarsdoorsnede door een nematische LCD.

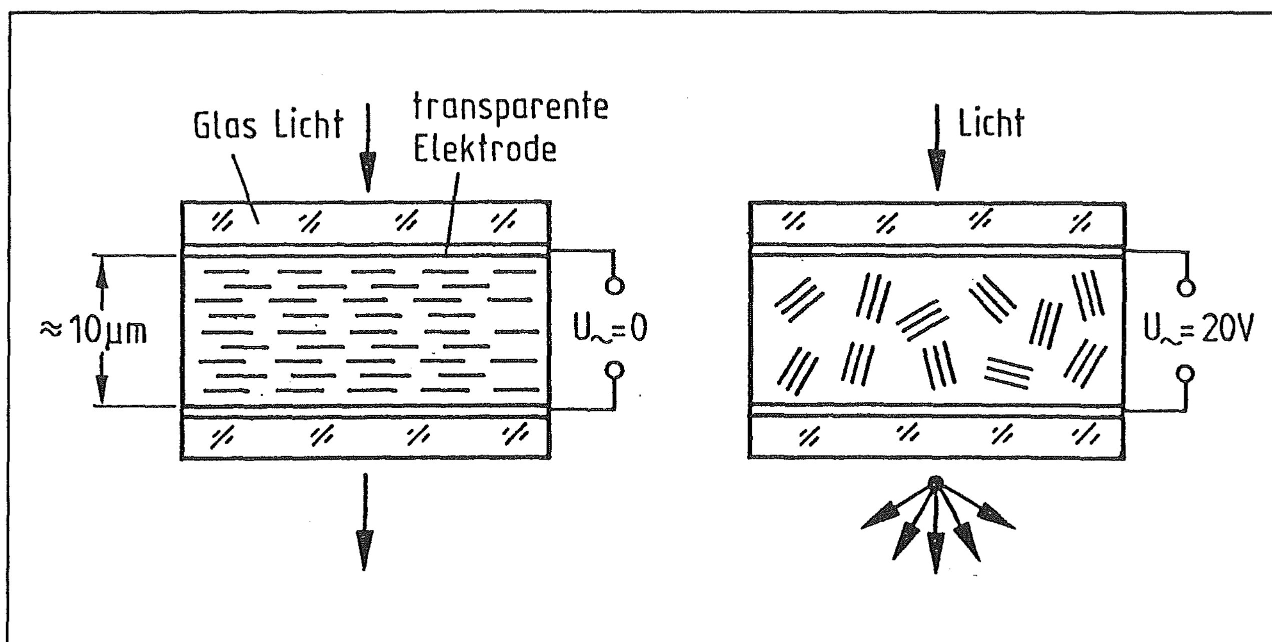
De twee elektroden worden door middel van dunne gouden sporen verbonden met de overige cellen in het LCD-paneel. De elektrische werking van een nematische LCD-cel volgt uit figuur 5/3.16-12. Als de LCD-cel niet onder spanning staat dan zullen alle moleculen van de vloeibaarkristallijne stof evenwijdig geordend staan. Het licht kan tussen de sigaarvormige moleculen zijn weg vervolgen, het segment is transparant. Wel is het zo dat de evenwijdig gerichte moleculen het golffront van de elektromagnetische velden in één richting dwingt. Het uittredende licht is gepolariseerd, de richting van alle velden is gelijk.

Als het segment wordt aangesloten op een wisselspannning van voldoende grootte, dan zal de evenwijdige structuur van de moleculen verbroken worden. Het elektrisch veld veroorzaakt krachten op de moleculen, het gevolg is dat de stof in een hydrodynamische turbulentie terecht komt. De nematische ordening van de moleculen blijft slechts bestaan binnen zeer kleine gebieden van de stof. Deze gebieden zijn slechts enige μm^2 groot. Door de turbulentie in de stof zullen deze gebieden wel steeds kleiner en groter worden, waardoor er steeds andere grensvlakken ontstaan. Het licht zal nu tussen deze willekeurig gerichte en steeds variërende grensvlakken volledig verstrooid worden. Het gevolg is dat de cel niet-transparant wordt.
Vanwege het steeds wisselende, dus dynamische, gedrag in de stof worden deze display's ook wel DSM-LCD's genoemd. Dat letterwoord staat voor "Dynamic Scattering Mode", vrij vertaald een methode voor het dynamisch verstrooiën van de moleculen.

De cholesterische of twisted nematische LCD

Bij deze cellen wordt gebruik gemaakt van vloeibaarkristallijne stoffen die een cholesterische zône hebben. Zoals uit figuur 5/3.16-13 blijkt is de samenstelling in grote lijnen identiek aan deze van de DSM-cellen. Te herkennen zijn de twee glazen plaatjes 3 en 6 en de molecuulstructuur 5 van de cholesterische vloeistofkristallijne stof. Groot verschil is echter dat de twee glazen plaatjes aan de buitenzijde voorzien zijn van polarisatoren 2 en 7. Dat zijn kunststof folies die tot eigenschap hebben dat zij golfvormen van slechts één richting doorlaten. Bovendien staan de twee polarisatoren loodrecht op elkaar.

3.16 Werking en principes van TV-projectoren

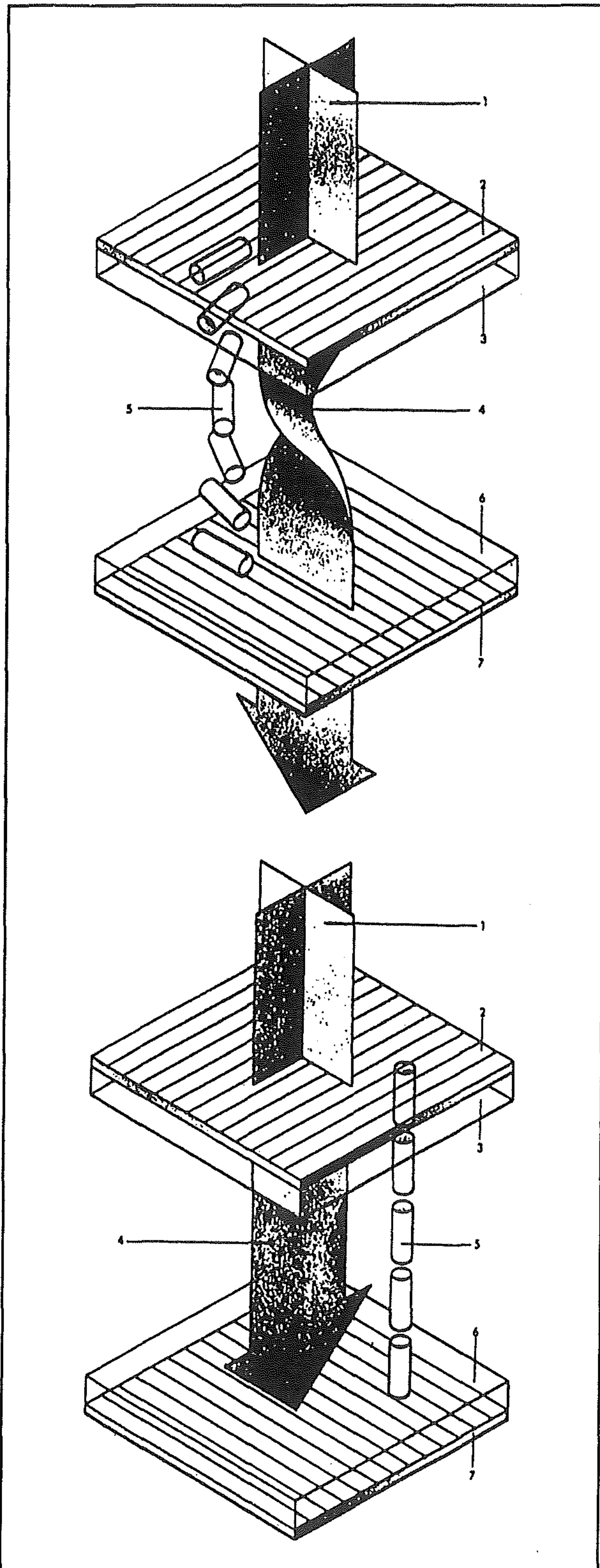


Figuur 5/3.16-12: De elektrische werking van een nematische LCD-cel berust op het verstrooiën van het licht in de ongeordende moleculen.

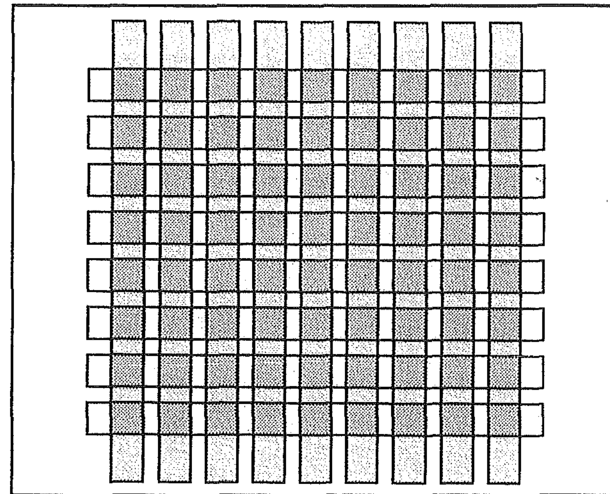
In niet geactiveerde toestand (bovenste tekening) zullen de golfvormen die door de bovenste polarisator doorgelaten worden en allemaal in de lengterichting van de bovenste moleculen liggen zich langs de wenteltrapstructuur van de moleculen voortplanten. Het gevolg is dat de golffronten over 90° gedraaid worden en via de onderste glasplaat en de onderste polarisator de cel weer verlaten. Deze polarisator is immers ook over 90° gedraaid ten opzichte van de bovenste!
Als het segment wordt aangesloten op een wisselspanning van voldoende grootte zullen de moleculen als gevolg van de grote spanning zich allemaal in een lijn gaan opstellen die loodrecht staat ten opzichte van de glazen plaatjes.
Het gevolg is nu dat de golffronten van het licht zich langs de moleculen gaan voortbewegen en niet meer gedraaid worden. Zij worden dus niet doorgelaten door de onderste polarisator. Het segment wordt niet-transparant, er word geen licht doorgelaten.
Dit soort LCD-cellen gaat door het leven onder verschillende benamingen:
- de cholesterische LCD;
- de twisted nematische LCD;
- de Schadt-Helfrich LCD;
- de TN-FEM LCD, afkorting van "Twisted Nematic Field Effect Mode".

De LCD-panelen
De LCD-cellen worden uiteraard niet afzonderlijk gefabriceerd, maar onder de vorm van panelen die tienduizenden cellen bevatten. Dat aantal cellen bepaalt de resolutie van de projector, lees verder.
De cellen worden aangestuurd via een matrix-systeem. Aan weerszijden van de constructie worden de gouden elektroden lijnvormig opgedampt, zie figuur 5/3.16-14. Iedere cel ligt op het snijpunt van één verticale en één horizontale lijn en is dus individueel aan te sturen.

3.16 Werking en principes van TV-projectoren



Figuur 5/3.16-13: Samenstelling en werking van een twisted nematische LCD.



Figuur 5/3.16-14: Het aansturen van de individuele cellen in een LCD-paneel.

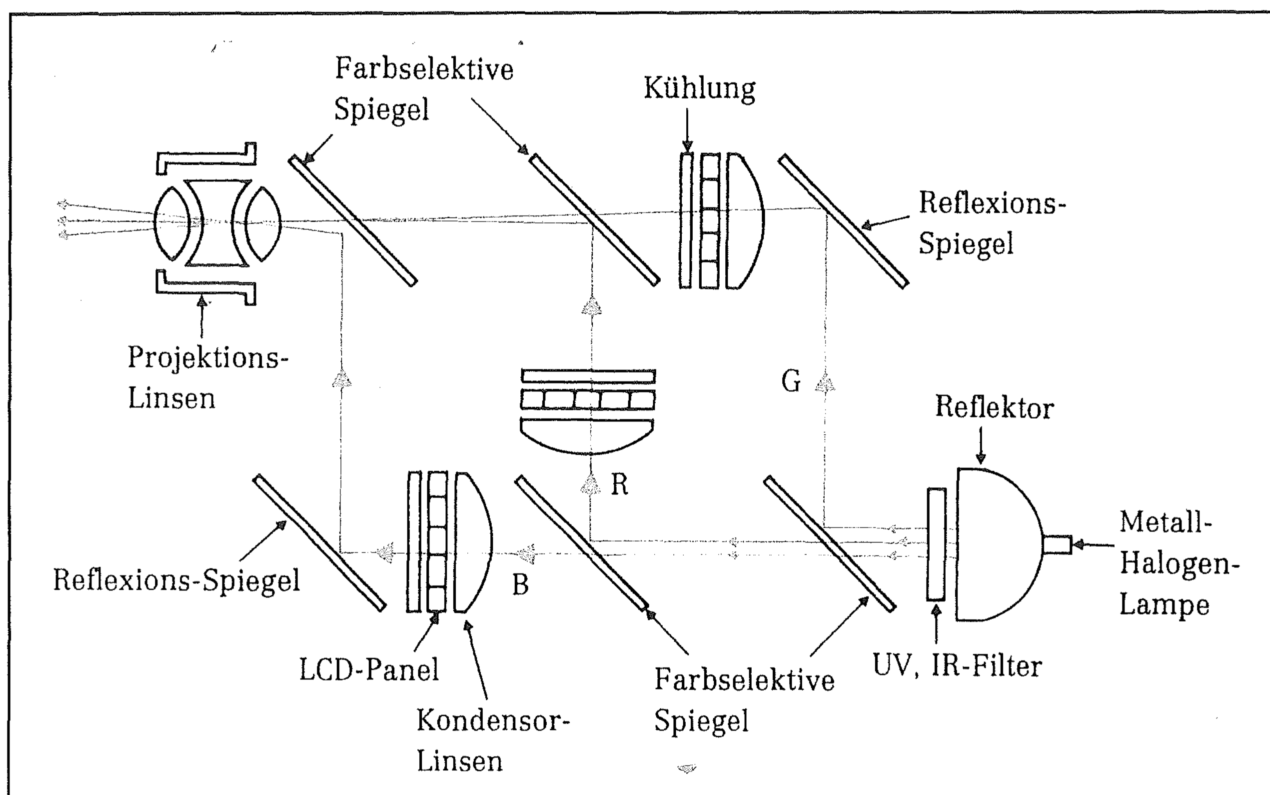
De LCD-projector

Het principe van de LCD-projector kan vereenvoudigd worden voorgesteld als de integratie van een traditionele projector en een LCD-paneel. Het principe van een projector zal bekend zijn: het licht van een kunstmatige lichtbron (lamp) wordt door een halftransparante afbeelding via een lenzenstelsel op een scherm geprojecteerd. Wordt als afbeelding een LCD-paneel gebruikt, dan zal het op dit paneel weergegeven beeld worden geprojecteerd.

Kleur!

LCD-panelen zijn monochroom. De techniek staat echter voor niets en dus heeft men een techniek ontwikkeld om met het geschetste systeem gekleurde plaatjes te projecteren. Triple-LCD projectoren, zoals deze systemen worden genoemd, splitsen een bundel wit licht in rood, groen en blauw licht met behulp van twee dichroic color filters. Dit licht wordt door drie monochrome LCD-panelen gestuurd en tot slot met behulp van prisma's bij elkaar gebracht tot één enkel kleurenbeeld.

3.16 Werking en principes van TV-projectoren



Figuur 5/3.16-15: Het principe van een kleuren LCD-projector.

Dit proces is schematisch voorgesteld in figuur 5/3.16-15.

De lichtbron

De lichtbron in de LCD-projector bestaat in de meeste gevallen uit een wolfraam halogeenlamp of een metaalhaloïde lamp. Het eerste type lamp is gebaseerd op een gloeidraad die in een halogeengas onder lage druk is opgesteld. Als gevolg hiervan kan de gloeidraad gedurende lange tijd een veel hogere temperatuur bereiken en dus witter licht produceren dan een conventionele gloeilamp. Als gevolg van veroudering zal de kleurtemperatuur van het licht afnemen. Het geprojecteerde beeld zal minder helder worden en kan zelfs een enigszins oranje gloed krijgen.
De metaalhaloïde lamp is gebaseerd op het gasontladingsprincipe en bestaat uit twee elektroden, die zijn geplaatst in een gas dat bestaat uit halogeen en kwikdamp. Dit type lamp moet even op temperatuur komen voordat het licht echt wit is, maar heeft gedurende zijn hele levensduur vrijwel dezelfde kleurtemperatuur, hoewel de helderheid in de loop van de tijd iets kan afnemen. De levensduur van dit type lamp is vele keren langer dan die van een gewone halogeenlamp, wat echter ook in de prijs tot uiting komt.

Nadeel van de LCD-projector

De LCD-panelen waren de eerste panelen die voor projectiedoeleinden werden gebruikt. Bij de eerste systemen werd het schakelen van de lading op de cellen extern, dat wil zeggen buiten het LCD, uitgevoerd. Deze LCD's waren te traag voor het gebruik met videobeelden, omdat een

beeldwisseling van circa 20 beelden per seconden hiermee niet mogelijk was. Dit is de reden dat in de beginjaren de LCD alleen voor de min of meer statische weergave van gegevens kon worden gebruikt, zoals ter vervanging van analoge instrumenten in meetapparatuur, als display in digitale uurwerken, enzovoort.
Tegenwoordig kan men echter vrij snel schakelende LCD-cellen maken, zodat moderne panelen uitstekend in staat zijn de snelle beeldwisselingen van een TV-beeld natuurgetrouw weer te geven.
Een nadeel van de aansturing door middel van een matrix is dat door capacitieve koppeling de cellen die naast de aangestuurde cel liggen ook iets worden geactiveerd. Hierdoor ontstaat een iets gesluierd beeld.

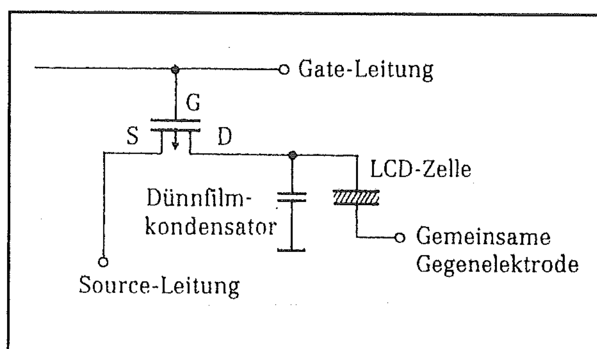
TFT-projectoren

Halfgeleiders komen te hulp

Het genoemde nadeel van een "gewoon" LCD-paneel kan worden ondervangen door alle cellen actief aan te sturen. Hiervoor moet iedere cel worden uitgebreid met een schakeltrap. Dit schakelelement, een Thin Film Transistor (TFT), heeft de naam aan deze volgende generatie projectiepanelen gegeven.

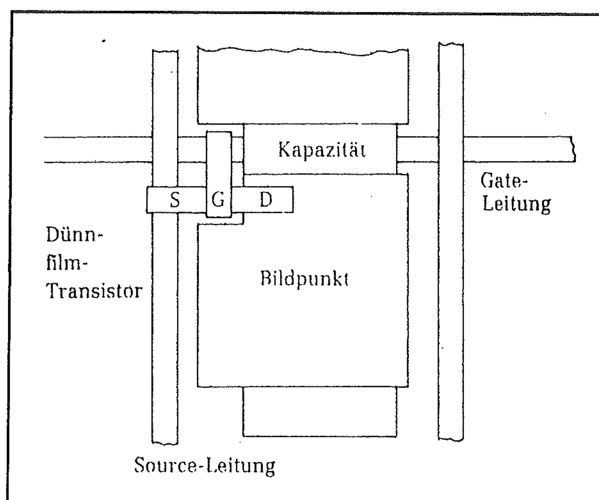
De opbouw van een TFT-cel

De opbouw van een primaire cel uit een TFT-paneel is geschetst in figuur 5/3.16-16. Hart is nog steeds een LCD-cel, die nu echter via een MOSFET wordt aangestuurd. Over de cel staat een kleine condensator, die via de MOSFET wordt opgeladen. Deze lading zorgt voor het aansturen van de LCD-cel. De LCD-cellen uit het paneel zijn nu capacitief van elkaar gescheiden, waardoor het beschreven nadeel van LCD-panelen komt te vervallen.



Figuur 5/3.16-16: De samenstelling van een TFT-cel.

Hoe een en ander constructief wordt gerealiseerd is te zien in figuur 5/3.16-17, waar het "Bildpunkt" de LCD-cel voorstelt. Er moeten nu dus drie besturingslijnen door het TFT-paneel worden gevlochten: de gate- en source-leidingen en bovendien de gemeenschappelijke elektrode van alle LCD-cellen. Het zal duidelijk zijn dat dit constructief heel hoge eisen stelt.



Figuur 5/3.16-17: De mechanica van een TFT-cel.

(wordt vervolgd)

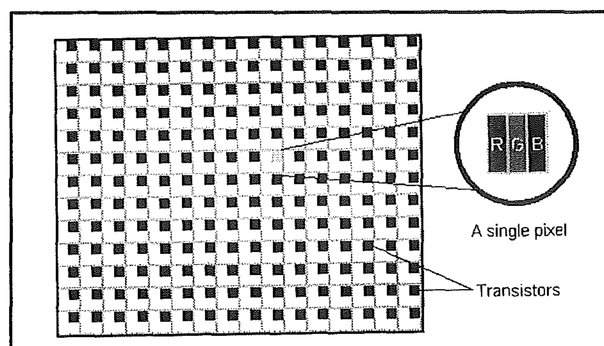
3.16 Werking en principes van TV-projectoren

Soorten TFT-cellen
Een TFT-scherm is over het algemeen volgens het matrixprincipe opgebouwd. Met komt in de productgegevens twee verschillende soorten tegen:
- Simple Matrix System;
- Active Matrix System.

Simple Matrix System
Bij het Simple Matrix System zijn de beeldelementen in afzonderlijke beeldlijnen gerangschikt en worden na elkaar aangestuurd. Iedere beeldlijn wordt gestuurd via een TFT. Daarom noemt men dit systeem ook wel "Time Sharing Driving System". Het gehele beeldscherm is met talrijke elektroden opgevuld en wordt als rasterpatroon aangestuurd. Dit systeem is echter kwalitatief niet zo hoogwaardig en wordt in moderne TFT-beamers niet meer toegepast.

Active Matrix System
Bij het Active Matrix System is de technologische opbouw iets ingewikkelder. Daardoor is de beeldkwaliteit veel beter dan bij het eerste systeem. Elk afzonderlijk beeldelement wordt nu van een dunne film transistor (Thin Film Transistor) voorzien. Elke cel wordt dus door een actief element gestuurd.
De Y-ingangen van de transistoren (de "gates") fungeren daarbij als stuurelektrode en de X-ingangen voor het schakelen van de stroomtoevoer.
Wanneer men het aantal stuurelektroden vermenigvuldigt met het aantal stroomelektroden (de horizontale met de verticale richting), verkrijgt men het aantal afzonderlijke transistoren en daarmee ook het aantal beeldpunten. Wanneer de transistor van een beeldpunt wordt geactiveerd, dan worden de gegevens in de vorm van elektrische ladingen in de condensator van de cel geschreven en daarmee voor het scherm opgeslagen.

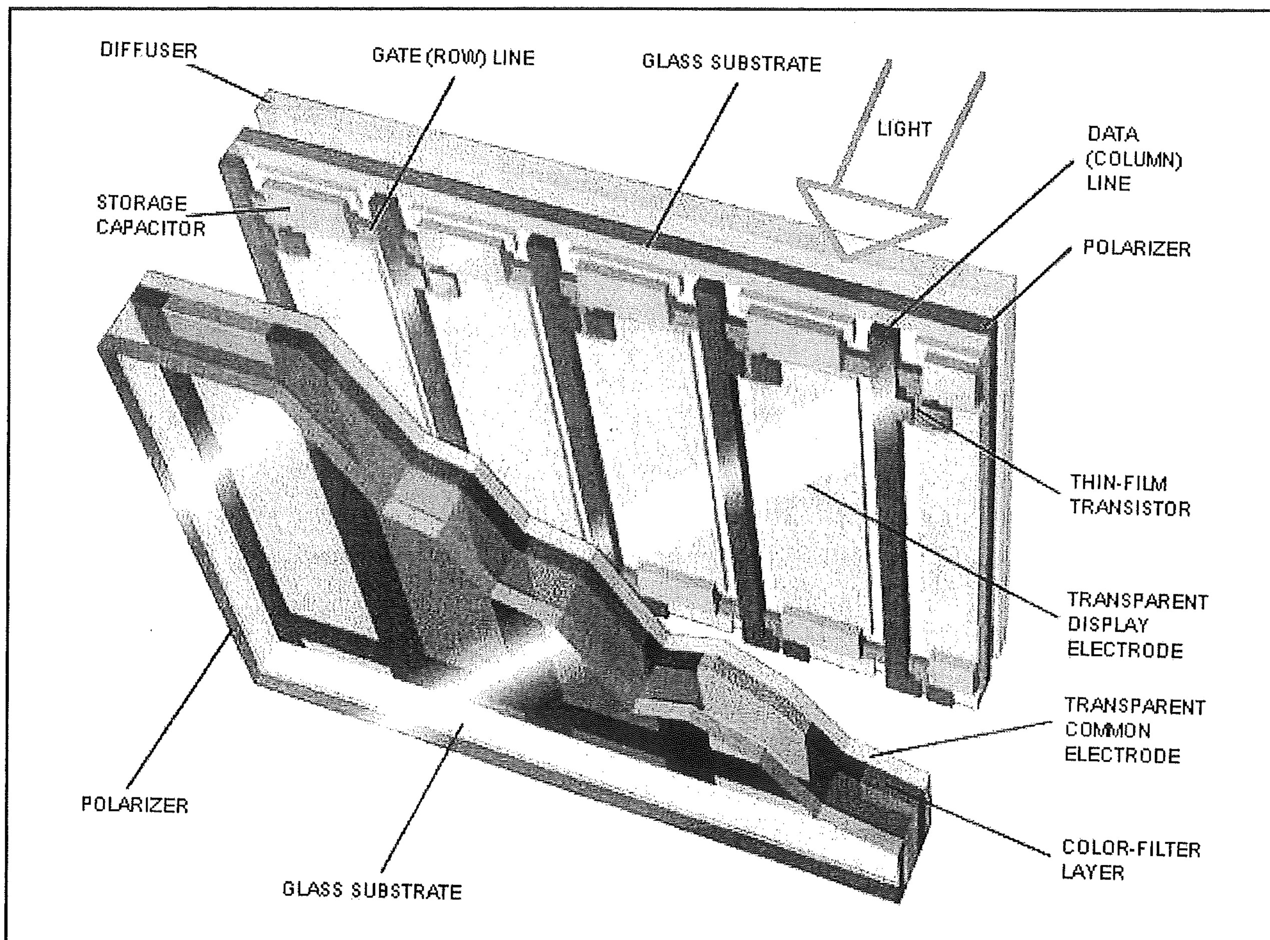
Kleuren
Om een kleurenbeeld te verkrijgen is elke actieve TFT-cel drievoudig uitgevoerd en voorzien van filters voor de kleuren rood, groen en blauw. Met zo'n "triplet" kunnen alle natuurlijke kleuren worden afgeleid. Een modern TFT-paneel bevat dus voor ieder beeldpixel drie cellen, die volgens figuur 5/3.16-18 in een matrix zijn gerangschikt.



Figuur 5/3.16-18: Het rangschikken van de R-, G- en B-cellen in een TFT-paneel.

In figuur 5/3.16-19 is een poging gewaagd de technologische samenstelling van zo'n "triplet" weer te geven. De gehele constructie wordt aangebracht op een glazen drager (Glass substrate). Aan de zijde waar het licht binnenvalt wordt een diffuus filter aangebracht (Diffuser) dat voor een egale belichting van het TFT-paneel zorgt. Aan de andere kant van de glazen drager is het eerste polarisatiefilter aanwezig (Polarizer). Nadien worden de LCD-cellen, de transistoren en de condensatoren aangebracht en het geheel via gouden opdamping voorzien van de bedradingsstructuur.

3.16 Werking en principes van TV-projectoren



Figuur 5/3.16-19: De constructie van een modern TFT-paneel.

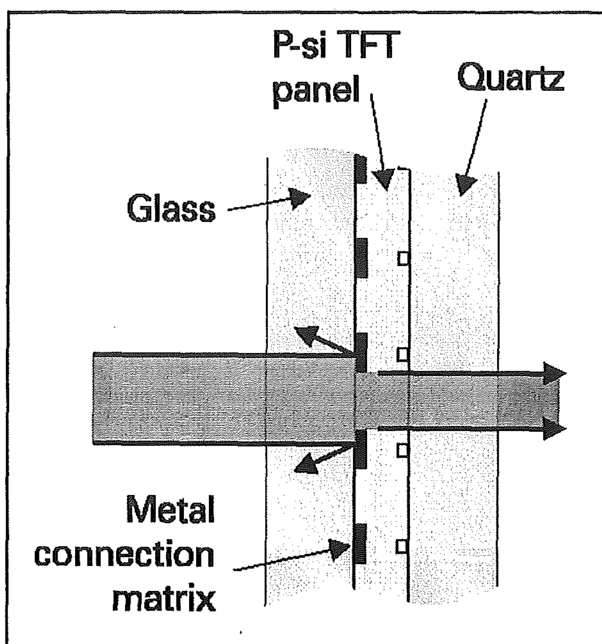
Boven dit alles wordt de gemeenschappelijke elektrode (Common electrode) aangebracht, die uiteraard zo goed mogelijk transparant moet zijn. Vervolgens volgt een laag die de gekleurde R-, G- en B-filters bevat (Collor filter layer) en de tweede polarisator (Polarizer). Het geheel wordt afgesloten met een glazen plaat als mechanische afscherming.

Verfijningen

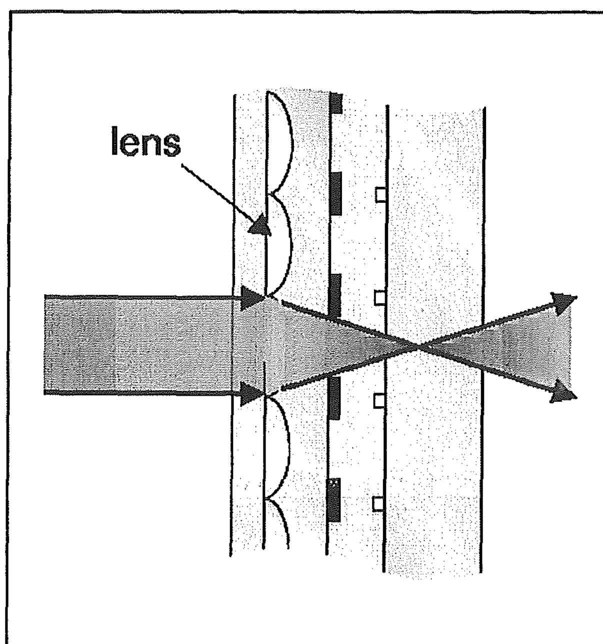
Diverse fabrikanten hebben op detailpunten verfijningen aangebracht, die echter grote gevolgen hebben. In figuur 5/3.16-20 is de stralengang door een "normaal" TFT-paneel in doorsnede weergegeven. Een deel van het invallend licht wordt teruggekaatst door de verbindingsmatrix. Hierdoor neemt de lichtabsorptie van het paneel toe met als gevolg een lager uitgestraald lichtvermogen.

In figuur 5/3.16-21 is een systeem geschetst, ontwikkeld door Hitachi, dat de lichtabsorptie van het paneel dramatisch reduceert. Achter het TFT-paneel wordt een extra paneel gemonteerd, voorzien van miljoenen microscopisch kleine lensjes. Deze focusseren het licht zodanig dat er geen licht invalt op de verbindingsmatrix. Al het aanwezige licht straalt dus door de LCD-cellen, hetgeen de lichtopbrengst van de beamer vergroot.

3.16 Werking en principes van TV-projectoren



Figuur 5/3.16-20: De lichtgang door een "normaal" TFT-paneel.



Figuur 5/3.16-21: Een door Hitachi ontwikkeld systeem verhoogt de lichtopbrengst van een TFT-paneel.

De lichtbron

Als externe lichtbron gebruikt men bij TFT-kleurenschermen meestal gasontladingslampen, aangezien deze met hun markant, fluorescerend licht een goede kleurweergave garanderen.

Voor- en nadelen

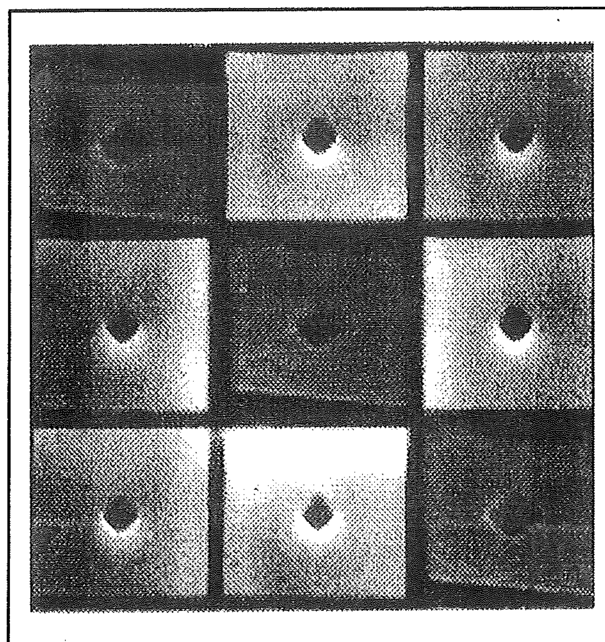
Hoewel dit type LCD-paneel een veel hogere verversingsfrequentie (refresh rate) toelaat, zodat het uitstekend geschikt is voor de weergave van videobeelden, vraagt het systeem om een sterkere lichtbron. Die krachtige lichtbron is noodzakelijk omdat de schakeltransistor die in de cel is opgenomen een deel van het licht absorbeert. Een ander nadeel van een TFT-paneel wordt gevormd door de hoge uitval tijdens de productie. Het foutloos produceren van een beeldscherm met ongeveer één miljoen beeldpunten (cellen) en dus één miljoen schakeltransistoren is vrijwel onmogelijk. Er wordt bij de kwaliteitscontrole dan ook toegestaan dat enkele beeldpunten niet functioneren. Zeker als ze zich aan de rand van het scherm bevinden, is dat praktisch geen bezwaar.

DMD- of DLP-projectoren

Inleiding

Bij dit werkelijk revolutionair principe wordt gebruik gemaakt van een uit 1987 daterende uitvinding van Texas Instruments. TV-beelden worden hiermee haarscherp geprojecteerd met behulp van honderdduizenden microscopisch kleine, beweegbare spiegeltjes op een enkele chip. DMD staat voor "Digital Micromirror Device", DLP voor "Digital Light Processing". De eerste afkorting beschrijft heel precies de techniek die bij deze tech-

nologie wordt gebruikt, de tweede afkorting is een handelsnaam voor hetzelfde systeem.



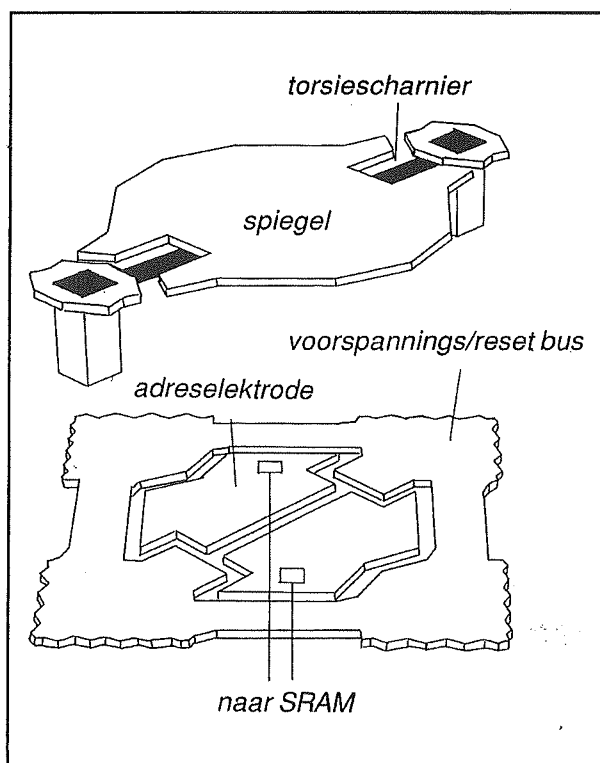
Figuur 5/3.16-22: Een microscopische opname van een deel van een DMD-chip met negen spiegeltjes.

Spiegelmatrix

Het "Digital Micromirror Device" van Texas Instruments is een monolithische, micromechanische, ruimtelijke lichtmodulator. Zo'n DMD is een hoog geïntegreerde schakeling met een oppervlakte van 10 mm bij 15 mm, opgebouwd uit minstens een half miljoen digitaal geschakelde spiegeltjes, één per beeldpunt. Ieder spiegeltje kan individueel worden aangestuurd met een digitaal signaal uit een geheugencel die zich direct onder het spiegelende vlakje bevindt. Het licht van een krachtige lichtbron wordt op de DMD-chip gericht, die het via zijn spiegelend oppervlak reflecteert en door een lens projecteert op een projectiescherm.

Het digitale beeld op de DMD-chip ontstaat door de spiegeltjes meer dan honderd maal per seconde te schakelen. De helderheid van een beeldpunt op het scherm wordt bepaald door de tijd dat een spiegeltje het invallende licht effectief naar het scherm reflecteert.

De matrix van omklappende aluminium spiegeltjes bevindt zich op een enkel silicium substraat en ziet er, flink vergroot onder de microscoop, uit zoals voorgesteld in figuur 5/3.16-22. In deze foto wordt een matrix van drie bij drie spiegeltjes voorgesteld, waarvan er drie in "omgeklapte" status staan. De spiegeltjes zijn 16 bij 16 μm groot en zijn aangebracht boven een adresseerschakeling die is opgebouwd uit conventionele CMOS SRAM-cellen. De ruimte tussen twee spiegeltjes bedraagt 1,2 μm.



Figuur 5/3.16-23: De constructie van één spiegeltje van een DMD-chip.

De technologie

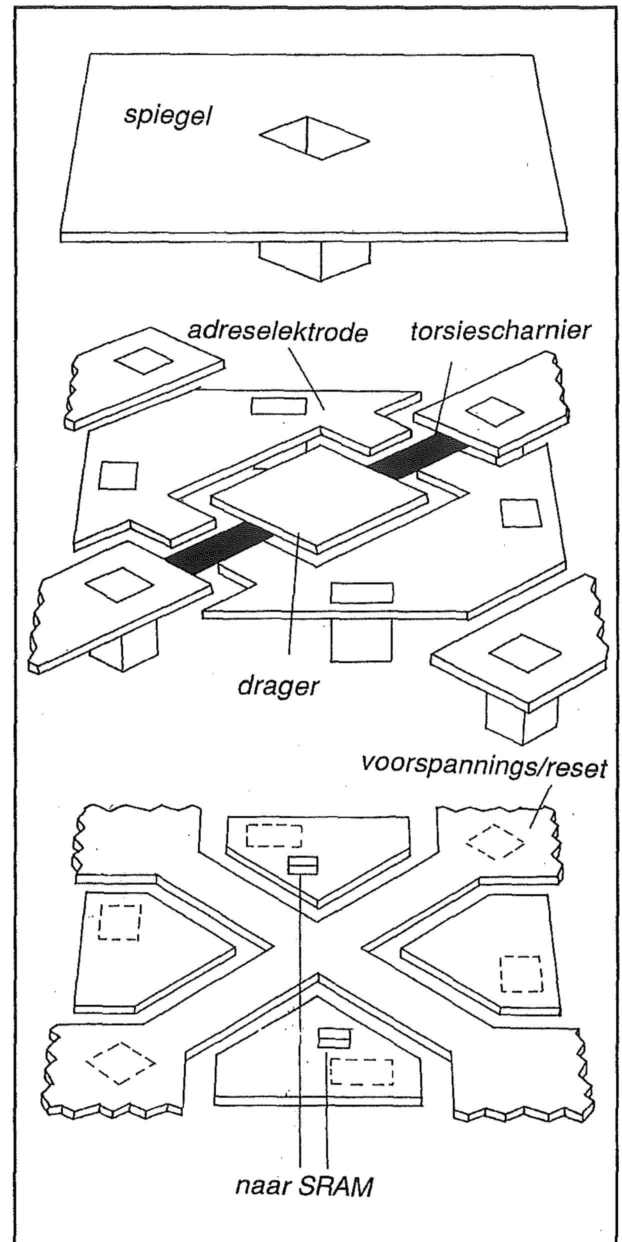
In de basisversie van de DMD bestaat elke cel uit een aluminium spiegel, die vrij is opgehangen tussen twee dunne, mechanisch beweegbare torsiescharnieren, zie figuur 5/3.16-23. Deze zijn bevestigd aan twee stutten die elektrisch zijn verbonden met een zich direct eronder bevindende bias/reset-bus. Via deze bus kan een bias/reset-signaal naar de spiegels worden gevoerd met behulp van een schakeling buiten de chip.

Onder elke spiegel zitten adres-elektroden die zijn verbonden met een bijbehorende SRAM-cel die de digitale gegevens voor het aansturen van de cel bewaart. De DMD-structuur is geïntegreerd boven de CMOS met behulp van vier fotolithografische lagen (elektrode, afstandhouder, scharnier, spiegel).

De drie metallisatielagen bestaan uit aluminium dat met behulp van sputtertechniek wordt aangebracht en daarna geëtst. De afstandhouder is van een organisch materiaal dat bij hoge temperatuur wordt ontbonden om de luchtspleet te vormen tussen de adresseerelektroden en de spiegels.

De werking van de DMD-cel

Afhankelijk van de inhoud in de SRAM-cel wordt de spiegel met een combinatie van bias- en adresseerspanningen elektrostatisch aangetrokken tot één van de twee adres-elektroden. Bij aantrekking klapt de spiegel om, waarbij zijn hoekpunt wordt gestuit door de landingselektrode die op hetzelfde potentiaal wordt gehouden. Een "H" in de geheugencel veroorzaakt het omklappen naar een positie die +10° uit het loodrechte vlak ligt. Een "L" in de geheugencel stuurt de spiegel uiteraard naar de andere kant: -10° uit het loodrechte vlak.



Figuur 5/3.16-24: Een DMD-cel van de nieuwste generatie.

Nieuwe generatie DMD-cellen

Bij de allernieuwste generatie DMD-chips zijn reeds belangrijke verbeteringen ingevoerd, zie figuur 5/3.16-24. Door de ophanging van de spiegels aan het oog te onttrekken en het oppervlak van de spiegels zo groot te maken als het oppervlak van een cel, kan de oorspronkelijke con-

trastverhouding van 50:1 worden opgevoerd tot 110:1 bij een lensopening van f/2.8. De appertuurverhouding stijgt daarmee met 33 % naar 86 % reflecterend oppervlak. In dezelfde periode maakten nieuwe SRAM-architecturen een zesvoudige reductie van het aantal benodigde transistoren mogelijk in de geheugenmatrix die de DMD-spiegels stuurt.
De nieuwe adresseerarchitectuur ontstond om twee redenen. Op de eerste plaats moest de bestaande DMD-SRAM worden gerefreshed van het gegevensniveau van het ene beeld naar gegevensniveau van het volgende beeld, gedurende de relatief korte LSB-periode. Dit vraagt DMD's en DMD-drivers met hoge bandbreedte, terwijl de gegevensstroom gedurende 50 % van de frametijd feitelijk 0 is. Op de tweede plaats moeten, om foutloze DMD-cellen te verkrijgen, uiteraard de SRAM's foutloos zijn.
De productie wordt vergemakkelijkt als SRAM-fouten kunnen worden getolereerd, of als het aantal SRAM-cellen belangrijk kon worden verminderd ten opzichte van het aantal beeldpunten.
Alle adresseerschema's maken gebruik van een DMD-eigenschap die "mechanische vergrendeling" wordt genoemd. Als in aanvulling op de adresseerspanning een bias-spanning wordt toegevoerd aan de matrix van DMD-spiegels nadat de "L"- en "H"-adresspanningen in het geheugen zijn opgenomen, zullen de spiegels in de geselecteerde status blijven staan zelfs als de adresseerspanning verandert. Pas wanneer de bias-spanning wordt weggenomen en opnieuw toegevoerd, nemen de spiegels de nieuwe stand aan. Deze eigenschap maakt het mogelijk dat meer spiegels in een snelle opeenvolging kunnen worden aangesproken vanuit één enkele SRAM-cel.

Het projectiesysteem

Een DMD-spiegel kent drie posities: vlak, 10° geneigd naar de ene kant en 10° geneigd naar de andere kant. Een projectielens, geplaatst vóór de DMD-chip, produceert op het scherm een vergroot beeld van elke afzonderlijke spiegel. Een spiegel in de stand +10° reflecteert het invallende licht exact door de projectielens en er verschijnt een helder beeldpunt op het scherm. Een spiegel in de stand -10° daarentegen reflecteert het invallende licht onder een hoek van -40° ten opzichte van de projectielens, waardoor de lichtbundel de lensopening mist en er op het scherm een donker beeldpunt verschijnt. De vlakke niet aangesproken spiegels reflecteren de bundel onder een hoek van +20°, waardoor dit licht eveneens de lensopening mist.

Kleuren

Het zal duidelijk zijn dat deze moderne systemen alleen in kleurenuitvoering leverbaar zijn. Daarvoor zijn verschillende systemen in omloop. Zowel driechip als eenchip uitvoeringen zijn denkbaar. In een driechip systeem wordt er per basiskleur (rood, groen, blauw) één DMD-chip gebruikt. Omdat de DMD-chip echter van nature zo efficiënt met licht omgaat, is een eenchip systeem zeker zo praktisch, minder kostbaar en bovendien automatisch geconvergeerd. In deze toepassing wordt elk spiegelelement via een kleurenwiel sequentieel beschenen met de drie basiskleuren. Daarbij focusseert een condensorlens het licht van een metalhalide- of xenonbooglamp via het kleurenwiel en een tweede condensorlens onder een hoek van 20° op de DMD-chip. De lichtbundel vormt daarbij een rechthoek (orthogonaal) met de rotatieassen van de spiegels.

Grijstinten

De spiegels kennen een aanspreektijd van ongeveer 10 µs.

Grijstinten en kleurschakeringen worden gerealiseerd met behulp van pulsbreedtemodulatie: het variëren van de tijd dat een spiegel wel of niet licht op het scherm reflecteert. Elk weer te geven beeld wordt onderverdeeld in tijdsintervallen ofwel bittijden, waarbij elk interval half zo lang duurt als het voorgaande. Gedurende deze bittijden worden de spiegels door de onderliggende SRAM-matrix aangesproken om de "on"- danwel de "off"-status aan te nemen.

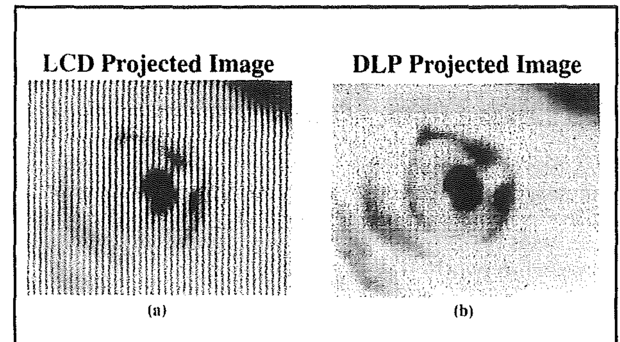
Met een 8 bit modulatieschema kunnen op deze manier 256 grijs- of kleurtinten worden gereproduceerd, ofwel 16,7 miljoen kleuren.

Voordelen

TV-projectoren die werken met DMD-panelen hebben een aantal voordelen vergeleken met de LCD- en TFT-systemen:

- natuurgetrouwe kleurreproductie, zelfs beter dan met traditionele beeldbuizen mogelijk is;
- hoge resolutie mogelijk;
- ruisvrij;
- ruimtelijk repeteerbaar, de beeldpunten bevinden zich immers altijd daar waar zij bedoeld zijn;
- lineair over het gehele beeld en automatisch geconvergeerd;
- grijsschaal repeteerbaar, onafhankelijk van de media of de ouderdom van het systeem;
- bij hogere resolutie neemt de helderheid toe.

In figuur 5/3.16-25 wordt het beeld, geprojecteerd door een LCD-systeem vergeleken met dat van een DMD-systeem. Omdat bij een modern DMD-paneel vrijwel het gehele oppervlak uit spiegeltjes bestaat wordt het projectiescherm vrijwel volledig met beeld gevuld.



Figuur 5/3.16-25: Vergelijking van de projectiekwaliteit van een LCD- en een DMD-scherm.

Nadelen

Toch hebben DMD-beamers op dit moment nog een paar nadelen.

Het meest merkbare verschil is het feit dat triple-LCD projectoren een betere beeldkwaliteit hebben.

Wanneer DLP-projectoren een beeld creëren, worden de afzonderlijke spiegels aan- en uitgeschakeld. Er zal hierdoor ook licht zijn dat wordt terug gereflecteerd, wat tot gevolg heeft dat donkere schaduwen in stille en bewegende beelden meestal merkbaar knipperen.

Specificaties

Inleiding

TV-projectoren worden gekenmerkt door een aantal meetbare specificaties die in belangrijke mate de kwaliteit van het geprojecteerde beeld bepalen.

Resolutie

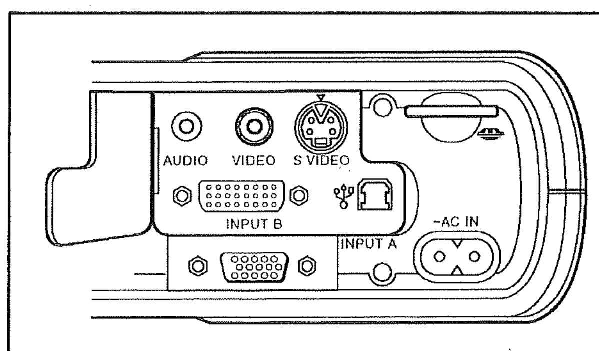
De belangrijkste specificatie is zonder meer de resolutie. TV-projectoren wer-

ken, dat zal inmiddels wél duidelijk zijn geworden, digitaal en zoals alles dat digitaal werkt, is de basis van een TV-projector een lichtvlekje of pixel dat aan of uit wordt gestuurd. Het aantal pixels dat de projector kan genereren wordt de resolutie genoemd. In de meeste gevallen wordt de resolutie voorgesteld door twee getallen die het aantal pixels in horizontale en in verticale richting definiëren.

- SVGA-projectoren
  SVGA-projectoren hebben een optische resolutie van 800 x 600 pixels. Hoewel dit niet veel lijkt, mag men niet vergeten dat een normale ouderwetse TV met een beeldschermverhouding van drie op vier het er niet beter van afbrengt. Deze projectoren kunnen echter alleen worden aangesloten op een PC met een maximale resolutie van 800 x 600 pixels. Hogere resoluties worden niet helder geprojecteerd. In de praktijk zal immers een aantal pixels wegvallen, wat een onscherp beeld oplevert. Hoewel verschillende projectoren door middel van comprimeren dit beeldverlies trachten op te vangen, resulteert dat zelden in een acceptabel beeld.
- XGA-projectoren
  XGA-projectoren hebben een optische resolutie van 1.024 x 768 pixels. Deze projectoren kunnen worden aangesloten op een PC met een maximale resolutie van 1.024 x 768 pixels. Dat treft bijzonder goed, want dat is op dit moment ook de standaard resolutie van een PC-monitor. Wat op het PC-scherm verschijnt zal dus bij de projectie op dezelfde manier worden weergegeven.
- SXGA-projectoren
  SXGA-projectoren hebben een optische resolutie van 1.280 x 1.024 pixels. Dergelijke apparaten zijn op dit moment zeer prijzig, maar uiteraard leveren zij wél de beste beeldkwaliteit.

Lichtopbrengst

De hoeveelheid licht die op het scherm valt bepaalt voor een groot deel de kwaliteit van het beeld. De hoeveelheid licht wordt uitgedrukt in ANSI-lumen. ANSI staat voor "American National Standard Institute". Dit instituut heeft de meting van de lichtopbrengst gestandaardiseerd en deze standaard wordt door vrijwel alle fabrikanten gehanteerd. De juiste lichtopbrengst voor de projectie wordt bepaald door rekening te houden met het projectieoppervlak en het omgevingslicht. Het standaard projectieoppervlak dat over het algemeen wordt gebruikt, is 180 x 135 cm. Dit formaat voldoet tot ongeveer 30 personen. Niet alleen het projectieoppervlak maar ook het omgevingslicht is van invloed op de benodigde lichtopbrengst. Hoe lichter de ruimte is waarin wordt geprojecteerd, hoe meer lichtopbrengst de projector moet hebben voor een helder beeld.

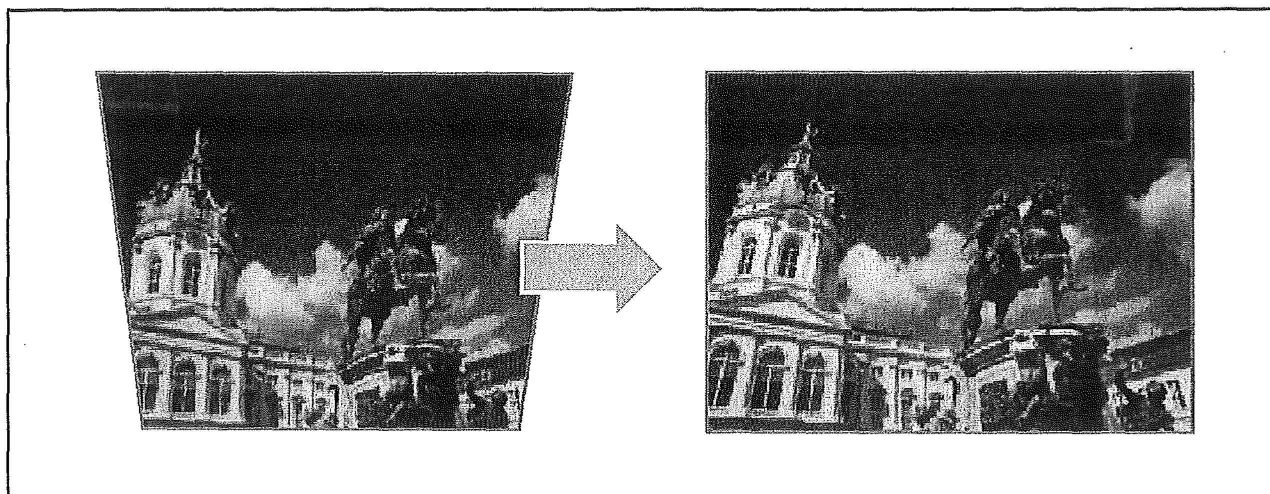


Figuur 5/3.16-26: Moderne TV-projectoren hebben toekomstgerichte aansluitingen voor allerlei signalen.

Levensduur van de lamp

De kosten van een projectielamp variëren van EURO 400,00 tot EURO 700,00.

3.16 Werking en principes van TV-projectoren

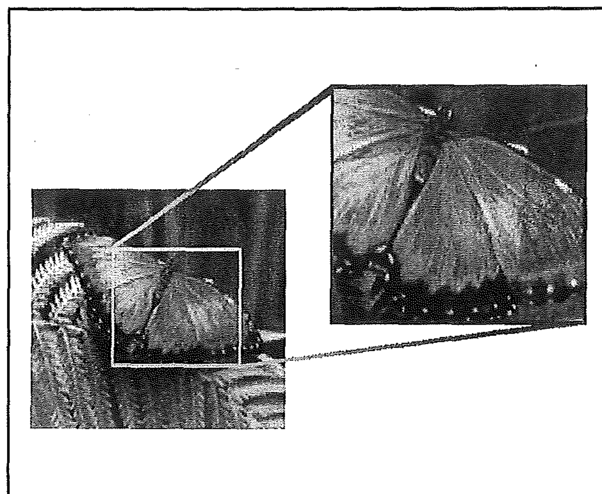


Figuur 5/3.16-27: Moderne TV-projectoren hebben de mogelijkheid de zogenaamde keystoning te corrigeren.

Het is dus raadzaam reeds bij de aanschaf van een projector te letten op de levensduur (en kosten) van de lamp.

Compatibiliteit

De meeste apparaten zijn zowel geschikt voor weergave van video, TV, DVD én voor het reproduceren van computerbeelden. Optioneel is meestal een insteek tunerkaart verkrijgbaar, zodat de projector geheel onafhankelijk TV-zenders kan ontvangen. Ook zijn sommige projectoren geschikt voor toekomstige videostandaards met hogere resolutie. Afhankelijk van de toepassing moet worden gelet op het aantal verschillende typen aansluitingen. Daarbij kan worden gedacht aan aansluitingen voor zowel PC als Mac, audioaansluitingen, RS232 voor besturingstoepassingen, USB, muisaansluiting, aanwijzer, enzovoort. De extra beschikbare aansluitingen maken de projector meestal niet veel duurder en ze zitten niet in de weg. In figuur 5/3.16-26 zijn bijvoorbeeld de aansluitingen van de moderne TV-projectoren van Sony van de reeks VPD-MX10 weergegeven.



Figuur 5/3.16-28: De zoom-functie is iets waar alle moderne TV-projectoren over beschikken.

Keystoning-correctie

Keystoning is een onzuiverheid in de weergave, waarbij afwijkingen in de exact zuivere rechthoek van het beeld zijn te zien. De onderkant van het beeld is dan bijvoorbeeld smaller dan de bovenkant, hetgeen een trapeziumvormige vervorming oplevert. Dat kan het gevolg zijn van het feit dat de TV-projector en het scherm

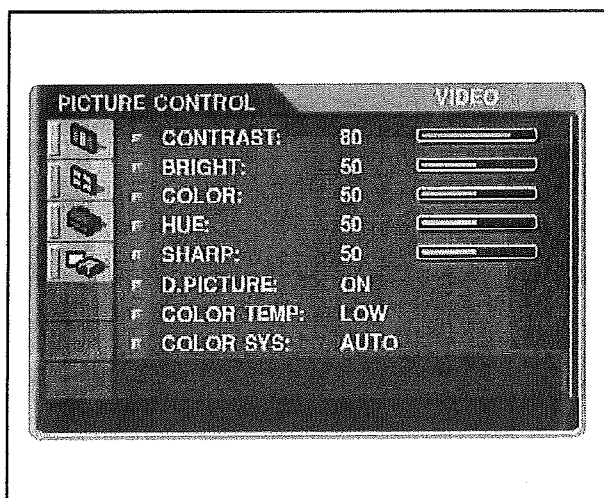
niet exact parallel staan opgesteld. Moderne projectoren hebben de mogelijkheid deze vervorming te corrigeren, zie figuur 5/3.16-27.

Zoom

Hoewel het onzin lijkt bij projectiesystemen te kunnen zoomen kan dat toch nuttige toepassingen hebben.
Moderne projectoren zijn voorzien van zowel optische als digitale zoom-functies, waarmee een deel van het beeld beeldvullend op het scherm verschijnt, zie figuur 5/3.16-28.

On-screen control

Het begrip "on-screen control" is bekend. Moderne TV's kunnen via vaak uitgebreide menu's die op het scherm verschijnen worden ingesteld. Dergelijke functies zijn uiteraard ook aanwezig bij moderne TV-projectoren, zie figuur 5/3.16-29.



Figuur 5/3.16-29: Het instellen van een TV-projector via "on-screen"-menu's.

Beeldformaat

Het standaard beeldformaat heeft een breedte-hoogte verhouding van 4:3. Worden echter ook videobeelden via de projector weergegeven, zoals DVD-films, dan kan de aanwezigheid van de breedbeeld verhouding 16:9 van belang zijn.

Accessoires

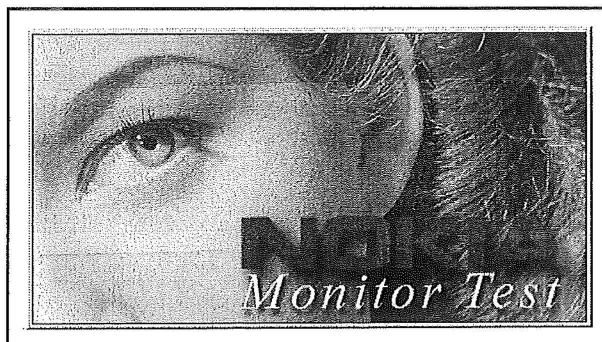
De meeste accessoires worden standaard bijgeleverd. Soms is er echter een los accessoire pakket leverbaar. Informeer altijd naar de mogelijkheden en de leverbaarheid. Tot de accessoires worden afstandsbediening en audio- en videokabels gerekend. Met name deze laatste ontbreken nog wel eens en dan met name die voor de aansluiting op een Mac.

Test software

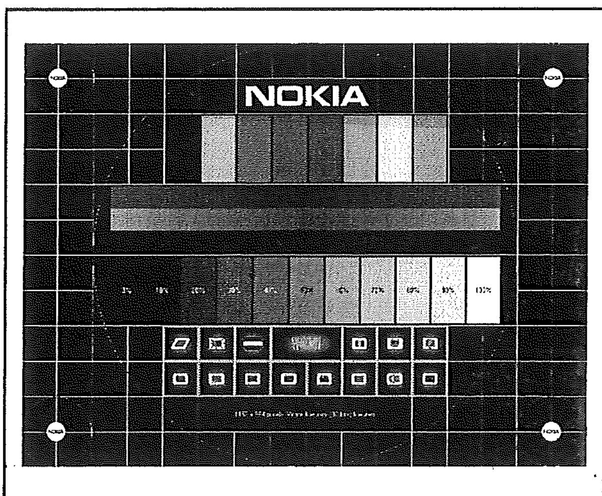
Inleiding

Ondanks de spectaculaire prijsdaling zijn TV-projectoren nog steeds dure producten. Net zoals het gebruikelijk is een TV in de winkel te testen kan men zonder probleem ook een aan te schaffen TV-projector aan een grondig onderzoek onderwerpen. Het winkelpersoneel zal het niet leuk vinden, maar voor wat hoort wat. Het is niet voldoende dat te doen door het bekijken van TV-programma's. Omdat iedere beamer tóch een PC-aansluiting heeft kan men veel beter de laptop meenemen en een speciaal testprogramma op het apparaat loslaten. Zo'n speciaal testprogramma is bijvoorbeeld NTEST.EXE van Nokia, zie figuur 5/3.16-30. Dit kleine Windows-programma kan even op de notebook worden geïnstalleerd.
Het verandert niets aan de instellingen van het register en kopieert ook geen DLL-files naar Windows. Het is dus even gemakkelijk weer te verwijderen. Het staat ter beschikking op de "HE&IC"-site

www.vego.nl/hobby bij de menu-selectie "Softwareservice".



Figuur 5/3.16-30: Het programma NTEST.EXE van Nokia is goed bruikbaar om TV-projectoren aan de tand te voelen.



Figuur 5/3.16-31: Het beoordelen van de geometrische configuratie.

Een reeks testbeelden

Het programma levert een reeks testbeelden die wordt gebruikt om de prestaties van TV-projectoren te testen. Laat het apparaat 20 minuten opwarmen alvorens met de tests te beginnen.

Geometrische configuratie

Met het testbeeld voor de geometrische configuratie kan men het beeld controleren op geometrische vervormingen. De volgende eigenschappen kan men met dit testbeeld (figuur 5/3.16-31) beoordelen:

- horizontale grootte;
- verticale grootte;
- horizontale verschuiving;
- verticaal centreren;
- kantelcorrectie;
- trapeziumcorrectie;
- orthogonale correctie;
- kussencorrectie;
- balans kussencorrectie.

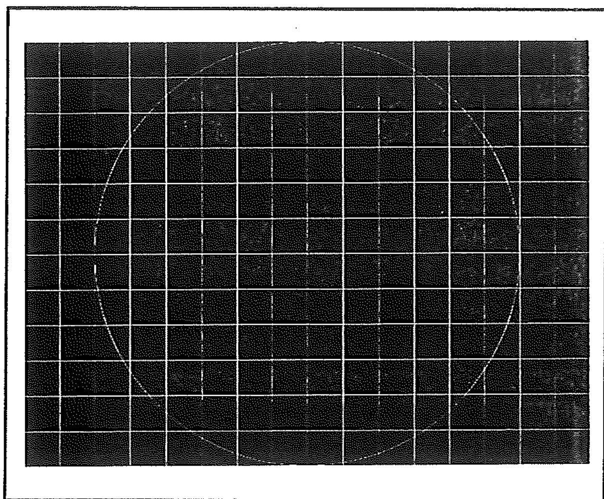
Helderheid en contrast

Met dit testbeeld ken men de helderheids- en contrasteigenschappen van het beeld beoordelen. De helderheid bepaalt het lage niveau van het lichtrendement (zwartniveau) van het beeld. Men kan beter het zwartniveau op een lage waarde instellen en enkele van de donkerder grijstinten verliezen dan het zwartniveau op een te hoge waarde instellen en geen goed contrast en geen zwarte achtergrond hebben. De helderheid beïnvloedt de beeldscherpte. Bij een te helder beeld kunnen enkele details verloren gaan. Het contrast regelt het verschil in helderheid tussen lichte en donkere kleurtinten. Met andere woorden, het contrast regelt de versterkingsfactor van de videoversterker. Na het instellen van het zwartniveau met behulp van de helderheidsregeling, wordt het lichtrendement van het beeldscherm met de contrastregeling op een comfortabel niveau ingesteld. Een laag contrastniveau is minder vermoeiend voor de ogen.

Convergentie

Convergentie is het vermogen van de TV-projector om rode, groene en blauwe beeldelementen op het scherm op correcte wijze samen te brengen. Een witte lijn op het beeld bestaat uit rode, groene en

blauwe pixels. Bij een beeld zonder convergentiefouten komen de lijnen precies samen, wat resulteert in de kleur wit. Met het testbeeld van figuur 5/3.16-32 is de mate van convergentie van de apparatuur exact te bepalen.



Figuur 5/3.16-32: Met dit testbeeld kan men de convergentie vaststellen.

Het gehele beeld moet bestaan uit zuiver witte lijnen, die geen kleurzweem mogen vertonen. Let vooral goed op de weergave in de hoeken! Bij een ernstige convergentiefout zijn afzonderlijke rode, groene en blauwe lijnen zichtbaar in plaats van de kleur wit. Gekleurde gebieden vertonen randen met een verkeerde kleur. Een verticale convergentiefout is zichtbaar in horizontale lijnen of randen en omgekeerd.

Beeldhelderheid

Voorwaarde voor een goede beeldhelderheid is een weergavetoestand met een voldoende hoge resolutie. De volgende factoren kunnen afbreuk doen aan een optimale beeldhelderheid:

- onvoldoende scherpte;
- moiré;
- synchronisatiestoring.

Moiré is een patroon dat door alle projectoren kan worden gegenereerd. Het kan worden gezien als een gelijkmatig golvende vervorming in het beeld. Moiré wordt veroorzaakt door interferentie tussen het beeldvormende paneel en de resolutie van de weergave. Behalve de weergavetoestand kunnen ook bepaalde beeldtypen last hebben van moiré. Over het algemeen zijn projectoren met een goede scherpte het gevoeligst voor moiré.

Synchronisatiestoring

De synchronisatiestoring is een kleine beweging van de beeldelementen in een stilstaand beeld. Het beeld lijkt te "leven".

Leesbaarheid

Dit testbeeld genereert vijf tekstblokken die bestaan uit kleine letters. Op deze manier kan men de beeldscherpte in het midden en in de vier hoeken van het beeld praktisch beoordelen.

Het scherm

Inleiding

Tot slot nog een paar woorden over het scherm. Dit mag absoluut géén sluitpost op de begroting worden! Een wit laken heeft écht een heel andere functie dan het weergeven van de beelden van een TV-projector! De belangrijkste functie van een projectiescherm is immers het zo veel mogelijk reflecteren van het door de TV-projector uitgestraalde beeld. Een scherm zendt, anders dan een beeldbuis, géén licht uit, maar kaatst het licht terug. Men kan kiezen uit drie soorten schermen, elk met specifieke eigenschappen, namelijk:

- diffuus;

3.16 Werking en principes van TV-projectoren

- reflecterend;
- retroreflecterend.

Diffuse schermen

Diffuse schermen kunnen onder een grote hoek worden bekeken. Dat is dus bijvoorbeeld het geval in zalen waarin de toeschouwers als in een theater om het scherm zitten. Een ander voorbeeld van de toepassing van een diffuus doek is de projectie tijdens demonstraties op beurzen, Door de hiermee samenhangende grote spreiding van het licht is het van belang dat de TV-projector een hoge lichtopbrengst heeft.

Reflecterende schermen

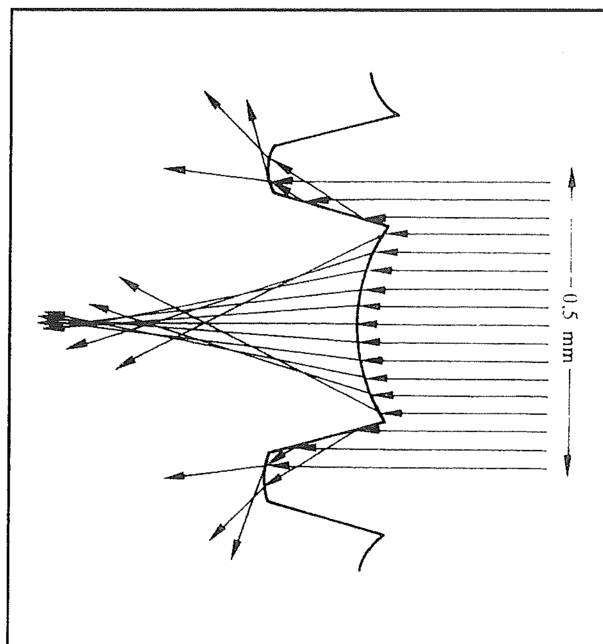
In relatief kleine ruimten, zoals woonkamers, waarin bovendien de projector boven het publiek is geplaatst, kan een reflecterend scherm worden toegepast. Zo'n scherm werkt als een spiegel en verstrooit het licht amper. Er moet dus écht in de lijn van de geprojecteerde lichtbundel worden gekeken, anders is er weinig te zien. Groot voordeel van zo'n scherm is dat men TV-projectoren met een relatief lage lichtsterkte kan toepassen.

Retroreflecterende schermen

Het retroreflecterende scherm heeft eigenschappen die tussen de beide hiervoor genoemde liggen, hoewel ze iets meer neigen naar die van het reflecterende scherm. Dit type scherm is in het algemeen geschikt voor gebruik bij mobiele presentaties, waarbij de projector op een projectietafel tussen het publiek wordt geplaatst en dus een deel van het publiek niet exact recht voor het scherm zit.

Lichtopbrengst van het scherm

De intensiteit van het licht dat door het scherm wordt teruggekaatst bepaalt uiteindelijk wat de toeschouwer ziet. Deze intensiteit wordt uitgedrukt in lux. Deze waarde komt overeen met het aantal ANSI-lumen per vierkante meter schermoppervlakte, vermenigvuldigd met de reflectiewaarde van het scherm.
Op basis van bovenstaande formule kan worden bepaald hoeveel licht een projector moet produceren om bij een bepaald type scherm met een gekozen oppervlakte een helder beeld te geven.



Figuur 5/3.16-33: Het oppervlak van een lenticular-scherm dat bij "stand-alone" projectie-TV's wordt gebruikt.

Lenticular schermen

Tot slot nog iets over de zogenaamde "lenticular"-schermen. Dit zijn de schermen die in de "all-in-one"-apparaten van figuur 5/3.16-1 worden ingezet. De werking is uiteraard heel anders. Bij dergelijke apparaten valt het geprojecteerde licht in op de achterzijde van het scherm en moet het scherm zo transparant mogelijk zijn. De

schermen worden gemaakt van 3 mm dik acryl. Aan de achterzijde is een structuur van microminiatuur fresnell-lezen ingeperst. De schermen hebben ook een speciaal bewerkte voorkant, zie figuur 5/3.16-33, waardoor de contrastverhouding van het doorgelaten beeld wordt geoptimaliseerd en de afbeeldingen van de afzonderlijke cellen uit het projectiepaneel elkaar zo min mogelijk beïnvloeden.

5/3.17

Digitenne, digitale TV via de ether

Inleiding

Primeur voor de Randstad

Een deel van Nederland beleefde in april 2003 een primeur met de introductie van Digitenne, zie figuur 5/3.17-1. Digitenne is de eerste en voorlopig enige aanbieder van hoge kwaliteit digitale televisie en radio via de ether. Vanaf mei 2003 is het abonnement met het gratis startpakket verkrijgbaar bij geselecteerde elektrospeciaalzaken en telecomwinkels.



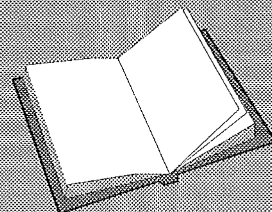
Figuur 5/3.17-1: Het officiële logo van Digitenne.

Naast de digitale kwaliteit, ruis en dubbele beelden zijn verleden tijd, heeft Digitenne als groot voordeel dat men met een gewone TV-ontvanger en een kleine antenne van 17,5 cm op elke gewenste plaats binnen het antennebereik televisie kan kijken of radio kan luisteren, zowel binnen als buiten het huis. Het voordeel is dat de klant niet meer afhankelijk is van de lengte van de kabel, electriciteit is het enige dat nodig is.

Organisatie

Digitenne Holding BV is een dochter van de door de staat gecontroleerde NV's NOB en NOZEMA (60 %) en is verder in handen van KPN (30 %) en een consortium van Canal Plus, RTL, HMG, NOS, SBS Broadcasting BV en MTV Networks BV (10 %). Kortom, alle belangrijke Nederlandse spelers op de TV-markt zijn aanwezig. In januari 2002 heeft het ministerie van Verkeer en Waterstaat aan Digitenne voor de komende

LEES OOK:
Hoofdstuk 5/17.1
Hoofdstuk 5/17.4
Hoofdstuk 5/20.1



3.17 Digitenne, digitale TV via de ether

15 jaar een exclusieve vergunning verleend voor het uitzenden van digitale radio en televisie via de ether met het DVB-T protocol.

Politieke achtergronden

In Haagse politieke kringen wordt dit monsterverbond de hemel in geprezen. Eindelijk een concurrent voor de kabelbedrijven, wordt daar hardop gedacht. Dat is goed voor de markt, denkt men, want de kabelaars bezitten al veel te lang het feitelijke monopolie op het aanbod van radio en televisie aan de Nederlandse consument en weten zodoende de landspolitiek naar hun hand te zetten.
Op de markt wordt het verschijnsel Digitenne met grote scepsis bekeken als weer zo'n typische poldermodel constructie uit de koker van de overheid en de digibete politici. Een nieuwe infrastructuur bouwen die niet minder dan 54 nieuwe zenders en antennes vergt en die alleen te gebruiken is voor omroepsignalen met een capaciteit van maar 100 Mb/s lijkt immers volledig achterhaald in een tijd waarin het heil van breedbandigheid wordt verkondigd.
De bouw van deze nieuwe infrastructuur heeft echter nog andere commerciële achtergronden. NOZEMA, de uitbater van het Nederlandse zender- en antennepark, vreest verlies van omzet en macht als op den duur doorgifte van analoge signalen wegvalt. Met NOB speelt ze nu in op nieuwe digitale ontwikkelingen in verbindingen door de ether. Met Digitenne lijken ze volgens de wet op de remmende voorsprong nog even een streepje voor te hebben op de kabel.

Eerste uitzendingen in beperkt gebied

Digitenne is in april 2003 gestart met het uitzenden van gecodeerde digitale ether-TV (DVB-T) tegen betaling in het noorden van de Randstad: het gebied Haarlem, Amsterdam, Hilversum, Almere en Alphen a/d Rijn. Opmerkelijk is dat Digitenne start in het noorden van de Randstad, een stedelijk gebied, terwijl juist landelijke gebieden het meeste profijt kunnen hebben van digitale televisie omdat kabelaansluitingen daar vaak niet aanwezig zijn.
Landelijke dekking komt later en is afhankelijk van frequentiecoördinatie en/of de uitfasering van analoge ethertelevisie. De Rijksoverheid heeft veel invloed op de snelheid van de uitbouw daar deze moet beslissen over de overgang van analoog naar digitaal voor het zenden via de ether. Daarvoor is een speciale commissie opgericht, "Switch Off", met aan het hoofd Helmer Koetje, CDA-kamerlid en lid van het Commissariaat voor de Media. Ook Peter Jelgersma, vanaf het eerste uur betrokken bij Digitenne, zit in deze commissie.
Eind 2003 wordt naar verwachting begonnen met de uitbreiding van het ontvangstgebied naar de rest van de Randstad en vanaf 2005, nadat in Europees verband afspraken gemaakt zijn over de harmonisatie van de etherfrequenties, zal Digitenne beschikbaar zijn in vrijwel heel Nederland.

Abonnementskosten

Het abonnement biedt op dit moment voor € 8,95 per maand 28 TV-kanalen en 16 radiozenders. Nog niet erg veel en om tóch klanten van de kabel weg te trekken heeft men drie "lekkere hapjes" in het pakket opgenomen:

- Als introductie-aanbieding krijgt iedereen die dat wilt een sex-kanaal gratis. Dit erotiek-kanaal, Spice Splatinum van Playboy TV, wordt echter al-

3.17 Digitenne, digitale TV via de ether

leen op verzoek aan het pakket toegevoegd. Om dit kanaal te ontvangen moet men de aanvraagkaart uit het startpakket naar Digitenne opsturen. Daarna ontvangt men 24 uur per dag erotische programma's zonder extra kosten. Door middel van het "parental lock" kan men de toegangsbeveiliging instellen.

- Een tweede lokkertje is een digitale televisiegids.
- Bovendien (en dat is toch wel interessant) kan men het abonnement tegen meerkosten uitbreiden met drie kanalen Canal+. Men heeft hiervoor dan geen aparte digitale ontvanger meer nodig.

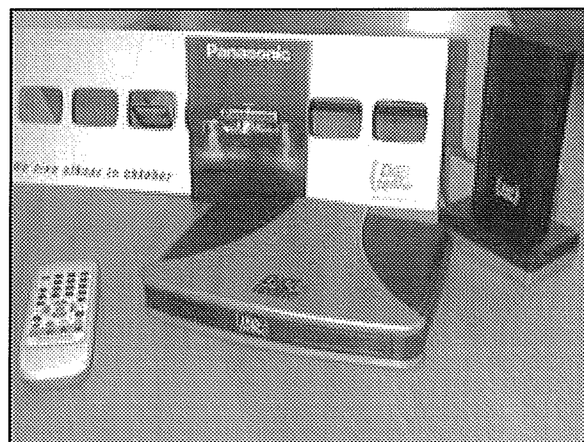
In de toekomst wordt Digitenne uitgebreid met spelletjes, weer- en verkeersinformatie en een nieuwe snelle en uitgebreide digitale vorm van Teletekst.
Klanten van Digitenne dienen voor ontvangst wél de aansluitkosten van € 29,95 af te rekenen waarbij een geschikte Funke-antenne wordt geleverd en een benodigde smartcard en handleiding. Na verloop van tijd zal de antenne niet automatisch worden meegeleverd, maar dienen klanten deze zelf aan te schaffen. Omdat de uitzendingen via de etherzenders bepaalde specificaties bevatten die per antenne gevoelig liggen, heeft Digitenne gekozen voor een ontvangstzekere antenne die door Funke is ontwikkeld en gebouwd.

Tweede abonnement

Een nadeel van Digitenne is wel dat men niet één programma op TV kan bekijken en een ander programma kan opnemen. Vandaar dat Digitenne een goedkoop tweede abonnement aanbiedt voor maar € 4,95 per maand. Wanneer dit tweede abonnement tegelijkertijd met het eerste abonnement wordt aangesloten, hoeft de abonnee de aansluitkosten maar één keer te betalen.

Extra apparatuur

Naast de antenne en de smartcard is een speciale een digitale ontvanger nodig, zie figuur 5/3.17-2. Digitenne heeft een viertal ontvangers als "goedgekeurd" gespecificeerd: Strong, Hauppauge, Technotrend en Panasonic zijn daarbij de eerst uitverkoren merken. Een ontvanger is beschikbaar vanaf € 139,00. Andere merken zullen in een later stadium worden gepresenteerd. De ontvangers zullen, in tegenstelling tot hetgeen in de satellietmarkt gebruikelijk is, niet alleen via speciaalzaken, maar ook via de reguliere radio/TV-detailhandel worden verkocht.



Figuur 5/3.17-2: Het startpakket bestaat uit de antenne, de digitale ontvanger met afstandsbediening en een smartcard.

Op TV en PC

Digitenne werkt op iedere televisie. Sluit de Funke DSC-antenne aan op de speciale ontvanger en deze ontvanger op de SCART-bus van een TV. Activeer de Smartcard via het gratis telefoonnum-

3.17 Digitenne, digitale TV via de ether

mer en schuif hem in de digitale ontvanger. Dat is alles!
Sommige decoders kunnen ook zonder meer aangesloten worden op een PC, zodat de Digitenne-signalen ook op het scherm van de PC verschijnen. De ontvangers die Digitenne vanaf eind mei 2003 aanbiedt (€ 150,00 tot € 200,00) zijn via een trage USB-poort aan te sluiten op een PC. Daarvoor is dus geen extra video- of TV-kaart nodig. De noodzakelijke software daarvoor wordt meegeleverd op CD-ROM. De kwaliteit van de uitzendingen is zo goed dat er op de computermonitor full-screen gekeken kan worden naar een uitzending. Er zijn zelfs plannen om op termijn insteekkaarten voor laptops op de markt te brengen waardoor het mogelijk is om bijvoorbeeld televisie te kijken op de laptop in de file, in de trein of op de camping, maar dat is nog verre toekomstmuziek.

De TV-kanalen
Digitenne biedt (voorlopig) de onderstaande TV-zenders aan:
- Ned 1;
- Ned 2;
- Ned 3;
- BBC World ;
- CNN International;
- TV Noord-Holland;
- National Geographic Channel NL;
- Veronica/Kindernet;
- Animal Planet;
- Yorin;
- RTL 4;
- RTL 5;
- TMF;
- Discovery Channel NL;
- SBS 6;
- Net 5;
- V8/FOX Kids;
- Eurosport NL;
- MTV NL;
- CNN;
- Spice Platinum sex-kanaal op verzoek (gecodeerd);
- Canal+ Blauw tegen extra betaling (gecodeerd);
- Canal+ Rood tegen extra betaling (gecodeerd);
- Canal+ 16/9 tegen extra betaling (gecodeerd).

De radio-kanalen
De zestien aangeboden radiozenders zijn:
- Radio 1;
- Radio 2;
- Radio 3;
- Radio 4;
- Radio 747 AM;
- ConcertZender;
- Radio Noord-Holland;
- Sky Radio;
- Radio 538;
- Classic FM;
- Arrow Classic Rock Radio;
- Radio 10 FM;
- Business Nieuws Radio;
- Noordzee FM;
- Yorin FM;
- ID&T Radio.

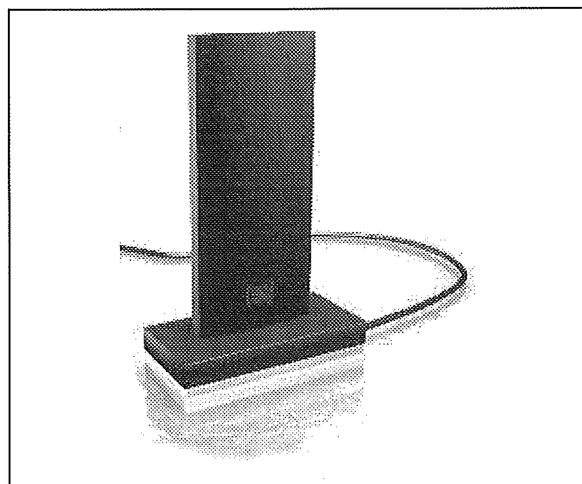
Internet?
Internet via de aardse ether komt er voorlopig niet. Plannen om Internet te gaan aanbieden via Digitenne bestaan nog steeds, maar zullen pas geïntroduceerd worden in de tweede of derde fase van het project, over pakweg twee tot drie jaar. Die latere introductie is ondermeer gekozen omdat de set-top boxen (ontvangers) die nodig zijn voor Internet, nog erg duur zijn. Ook denkt Digitenne, misschien terecht, dat gebruikers van Internet en e-mail niet ach-

ter hun PC zijn weg te slaan. Ook het economische tij spe' lt mee, Digitenne introduceert eerst diensten waarvan ze weet dat consumenten daar nu geld voor over hebben.

Digitale videorecorder Tivo?
Geavanceerde diensten via het project worden pas later geïntroduceerd. Daarover is Digitenne nog in gesprek met verschillende partijen waarvan ze de namen nog niet wil noemen. Digitenne sluit niet uit dat in de toekomst ook derde partijen diensten gaan aanbieden via het netwerk.
Verder zijn er verkennende gesprekken met Philips, die in de VS leverancier is van de Tivo, de digitale videorecorder met harde schijf. Een combinatie van Digitenne en Tivo zou ideaal zijn, maar een dergelijke combinatie zal pas in 2004 te verwachten zijn. Uiteraard zal Digitenne dan in problemen komen met producenten, omroepen en Buma/Stemra over rechten van programma's die consumenten dan kunnen opslaan en eventueel verspreiden.
Digitenne voert echter al lang onderhandelingen met rechtenhouders over het opnieuw uitzenden van programma's via het digitale kanaal.

De apparatuur

De Funke DSC-antenne
Om het Digitenne-signaal van de zendmasten optimaal te kunnen ontvangen is een speciale antenne ontwikkeld. Deze antenne ontvangt binnenshuis ethersignalen tot vijf keer sterker dan een doorsnee antenne, ondanks het kleine formaat van 17,5 cm, zie figuur 5/3.17-3.
Digitenne biedt de Funke DSC-antenne nu tijdelijk gratis aan in het startpakket.



Figuur 5/3.17-3: De speciale DSC-antenne is slechts 17,5 cm hoog en heeft een mooi, modern design.

De smartcard
De smartcard is een soort pinpas waardoor men de signalen van Digitenne kan ontvangen. De kaart plaatst men in de digitale ontvanger.

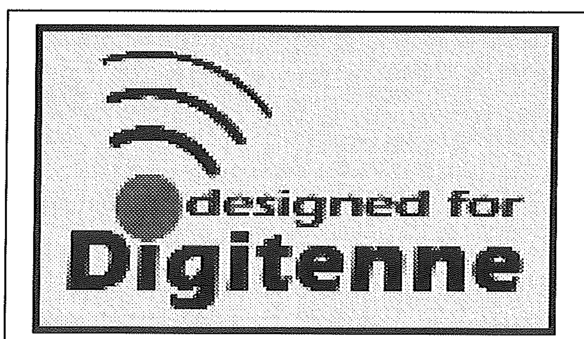
De digitale ontvanger
Om het signaal van de speciale antenne te vertalen naar beeld en geluid, dat geschikt is voor de gewone televisie en radio, is een digitale ontvanger nodig. In figuur 5/3.17-4 is de goedkoopste ontvanger voorgesteld die op dit moment wordt aangeboden.
Digitenne heeft verschillende ontvangers gecertificeerd. Deze ontvangers zijn te herkennen aan het "designed for Digitenne"-logo, zie figuur 5/3.17-5.
Op het moment dat dit hoofdstuk werd geschreven (eind april 2003) waren de volgende ontvangers gecertificeerd:
- Rebox RE1150CO;
- Strong 5000T;
- Panasonic TUCT20;
- Hauppauge DEC1540;
- Hauppauge DEC2540.

3.17 Digitenne, digitale TV via de ether



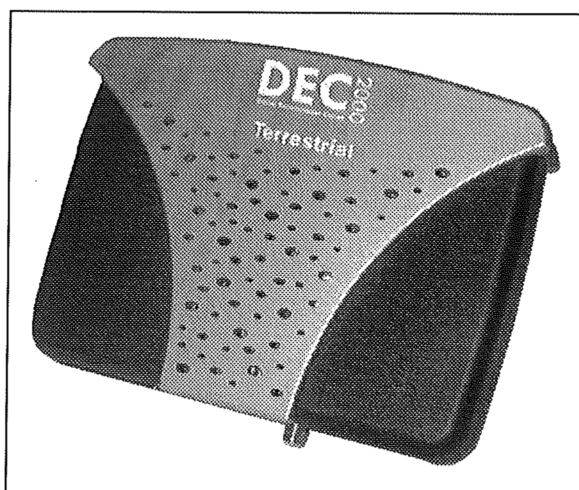
Figuur 5/3.17-4: De goedkoopste ontvanger voor de Digitenne-signalen.

Als voorbeeld wordt de DEC2540 van Hauppage in het kort besproken.
De DEC2540, zie figuur 5/3.17-6, is een product dat speciaal werd ontworpen voor de ontvangst en weergave van Digitenne-signalen op TV én PC. De DEC2540 wordt compleet geleverd met alle kabels om de televisie aan te sluiten via een RF-doorlus connector of SCART.



Figuur 5/3.17-5: Het speciale logo dat er op wijst dat een ontvanger door Digitenne is goedgekeurd.

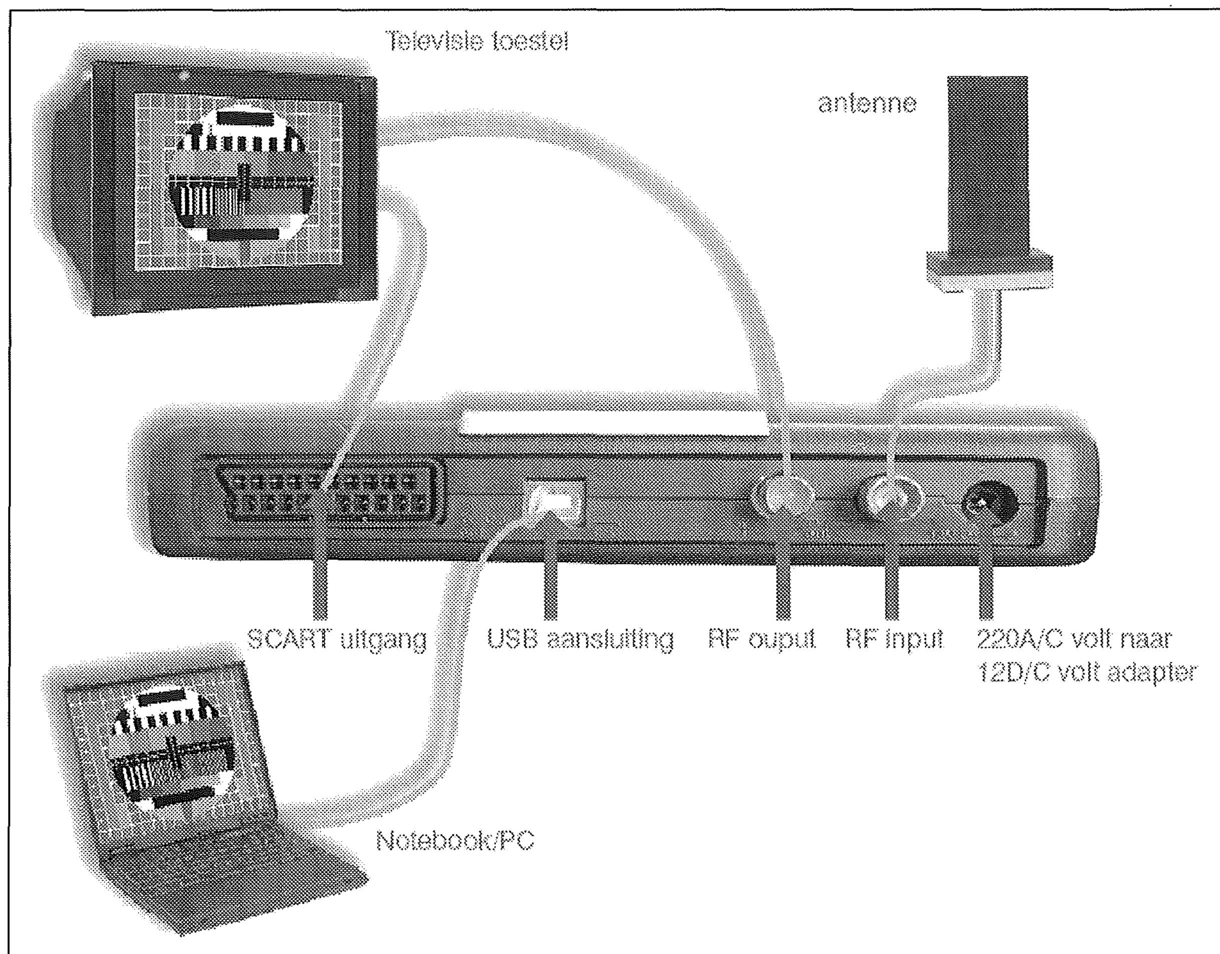
De DEC2540 kan tevens via de USB op de PC of laptop worden aangesloten. Als men de DEC2540 goed bekijkt, dan valt het gebrek aan knoppen en schakelaars op. Alle instellingen gebeuren dan ook via de OSD (on-screen display) welke met de afstandsbediening eenvoudig opgeroepen kan worden. Een eenvoudige menustructuur maakt het instellen van de DEC2540 snel mogelijk.



Figuur 5/3.17-6: De DEC2540 van Hauppauge.

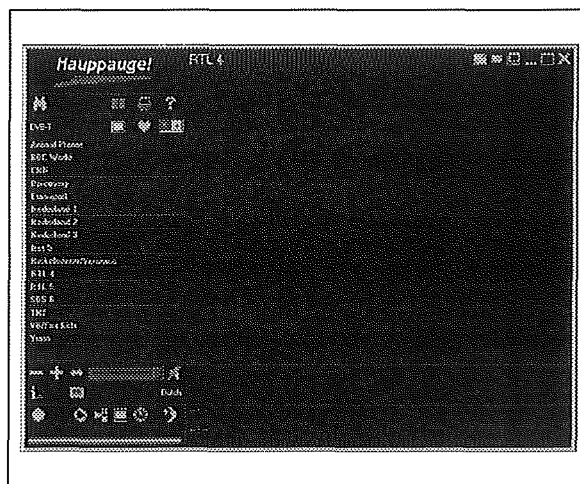
Met de Teletekst-decoder van de DEC2540 behoren de soms lange wachttijden van het oproepen van een pagina tot het verleden.
Met de 12 V voeding is de DEC2540 de ultieme Digitenne-ontvanger voor mobiel gebruik. Met de DEC2540 kan men de digitale TV programma's op de harde schijf opnemen en later afspelen met de volledige originele digitale beeldkwaliteit.
Eigenschappen van de DEC2540:
- werkt als een volledige digitale TV ontvanger op elke televisie (Stand Alone);
- voorbereid voor DVB data-ontvangst op de PC en laptop;

3.17 Digitenne, digitale TV via de ether



Figuur 5/3.17-7: De achterzijde van de DEC2540 met alle aansluitingen.

- compacte afmetingen van 204 mm x 148 mm x 37 mm;
- eenvoudige installatie op de PC via USB-technologie;
- live digitale TV in een vrij verschaalbaar venster op de PC, zie figuur 5/3.17-8;
- live digitale stereo radio ontvangst en weergave op de PC;
- digitale ontvangst van Teletekst;
- aansluitingen RF-ingang, RF-uitgang, SCART-uitgang, mini-jack stereo connector, USB-aansluiting, 12 V adapter aansluiting;
- voeding zowel voor 230 V_{AC} als voor 12 V_{DC}.



Figuur 5/3.17-8: Het venster waarin men met de DEC2540 TV op de PC kan bekijken.

3.17 Digitenne, digitale TV via de ether

Integrated Digital Television
Panasonic Nederland gaat vanaf mei 2003 een eerste "Integrated Digital Television" (IDTV) leveren voor ontvangst van Digitenne én normale kabel-TV. Ook wordt een losse DVB-T-decoder aangeboden waarop de kleine Funke-antenne kan worden aangesloten.

DVB-T

Digital Video Broadcasting Terrestrial
DVB (Digital Video Broadcasting) is de Europese standaard voor het digitaal verzenden van radio- en televisiezenders. DVB kan worden verspreid via kabel (DVB-C), satelliet (DVB-S) en sinds kort ook via de ether (DVB-T). Omdat het DVB-T signaal door de ether gaat, is het makkelijk te ontvangen op bijna elke gewenste plaats.
Binnen het ontvangstgebied staan verschillende zendmasten die het signaal van Digitenne via de ether verspreiden. De speciale Funke DSC-antenne vangt het gecodeerde signaal op. Dit signaal wordt vervolgens in de digitale ontvanger omgezet naar beelden en geluid die te zien en te horen zijn op TV of stereo-installatie. De Digitenne smartcard, die in de digitale ontvanger zit, zorgt ervoor dat de gecodeerde signalen gelezen kunnen worden.
DVB maakt gebruik van MPEG2, een algemene wereldwijde onderliggende uitzend-standaard van de Motions Pictures Expert Group (MPEG). De DVB-standaard is in 1994 vastgelegd voor satelliet (DVB-S) en kabel (DVB-C) en in 1995 voor ethergebruik (DVB-T). DVB wordt thans in heel Europa en gedeelten van Azië en Zuid-Amerika gebruikt. Japan en de Verenigde Staten kennen eigen digitale uitzendsystemen.
DVB kent ook onderliggende standaarden, zoals DVB-EPG (een simpele elektronische programmagids) of DVB-CI (Common Interface).
Bij DVB kan zowel in multiplex als apart (Single Channel Per Carrier) worden uitgezonden. Multiplex betekent een samenstel van zenders op één frequentie. Bij vooral multiplex-uitzendingen kan omwille van kostenbesparingen en/of de wens meer zenders in één multiplex te willen uitzenden, bespaard worden op de uitzendkwaliteit. Toch kan bij een goed gebruik van DVB-technieken een zeer goede kwaliteit bereikt worden, alsmede kwalitatief goede breedbeelduitzendingen worden uitgezonden.
Tot nog toe zijn DVB-ontvangers gerelateerd aan het soort DVB-uitzendingen (DVB-T/DVB-C/DVB-S). Hierdoor zijn digitale etherontvangers (DVB-T) bijvoorbeeld niet bruikbaar voor digitale satellietuitzendingen (DVB-S).

DVB-MHP en DVB-CI/multicrypt
MHP staat voor "Multimedia Home Platform" en is een toekomstige uitbreiding op DVB-T. DVB-MHP moet leiden tot één internationale standaard voor multimediale/interactieve inhoud op digitale DVB-systemen. DVB-MHP is vooral gebaseerd op "Application Programming Interfaces" (API's) van de programmeertaal Java. API is een ander woord voor applicaties in multimediale TV-omgevingen. De definitie voor DVB-MHP is nagenoeg vastgelegd, maar zal pas binnenkort echt in gebruik worden genomen.
Bij DVB-CI/multicrypt staat CI staat voor "Common Interface". Dit betekent dat modules ter decodering van gecodeerde signalen als uitwisselbare standaard vastgelegd zijn. Met Common Interface in

3.17 Digitenne, digitale TV via de ether

een ontvanger is het mogelijk om meerdere coderingen in dezelfde ontvanger te kunnen gebruiken middels modules (Conditional Access Modules, CAM). Voor elke codering is dan wel een andere module benodigd, zij het dat inmiddels ook (illegale) modules bestaan waarin meerdere coderingen in één module zijn vervat. Multicrypt betekent dat er meer coderingen gebruikt kunnen worden op één ontvanger, zodat gebruikers meerdere systemen met diverse soorten coderingen middels uitwisselbare modules toch kunnen ontvangen. DVB-CI is verplicht gesteld in televisietoestellen die geïntegreerde digitale ontvangers hebben. Voor losse digitale ontvangers is dit niet het geval.

Conax

Dat DVB als standaard bestaat, wil nog niet zeggen dat ontvangers die op één infrastructuur worden gebruikt ook noodzakelijkerwijs compatible met elkaar zijn. Dit komt doordat verscheidene coderingen bestaan die verhinderen dat uitzendingen voor niet geautoriseerde kijkers beschikbaar komen. Dit kan omwille van auteursrechten zijn, maar ook omwille van betaaltelevisie. Er bestaan in Europa verscheidene DVB-coderingen, waaronder:

- Mediaguard (Canal+-systeem);
- Videoguard (systeem van News Datacom System);
- Irdeto;
- Viaccess (France Télécom-systeem);
- Nagravision en Conax (TeleNor-systeem);
- CryptoWorks (Philips-systeem).

Deze coderingen worden in ontvangers zowel ingebouwd (embedded) geleverd, alsmede in Common Interface uitvoering, zodat losse modules (Conditional Access Modules) gebruikt kunnen worden. Een aantal van deze systemen is overigens onderhevig aan piraterij.
Digitenne zal ten behoeve van de codering van haar signalen gebruik maken van het Scandinavische systeem Conax, dat in handen is van het Noorse telecom-bedrijf TeleNor. Eerder zag het ernaar uit dat Digitenne de Franse Mediaguard-techniek zou gebruiken. Doordat eigenaar Thomson Multimedia (dat onlangs Canal+ Technologies overnam) niet in staat bleek de gewenste technieken te leveren, heeft Digitenne besloten initieel voor Conax te kiezen, waarbij overigens de nieuwere (vooralsnog) hackveilige versie CAS5 is gekozen.

Voordelen van DVB-T

De voordelen van DVB-T zijn legio:

- Het beeld is DVD-storingsvrij en het geluid is van CD-kwaliteit.
- Via de ether is met een kleine antenne (op de televisie te plaatsen) en een digitale ontvanger, overal (dus portable) digitale televisie te ontvangen.
- Er is geen kabelaansluiting meer nodig.
- Binnen één kanaal kunnen minstens vier TV-programma's en een aantal radioprogramma's vergelijkbaar met de huidige kwaliteitsstandaard worden uitgezonden.
- In vergelijking met de huidige situatie is er in de ether ruimte voor meer programma's.
- Het is mogelijk om interactieve informatie uit te zenden. Voorbeelden hiervan zijn Superteletekst, Elektronische Programma Gids (EPG), homebanking en homeshopping.
- Nozema heeft een plan gereed voor de bouw van een landelijk digitaal netwerk. Deels worden bestaande opstel-

plaatsen gebruikt. Er zullen ook nieuwe opstelplaatsen en masten gebouwd moeten worden.

Nadelen van DVB-T

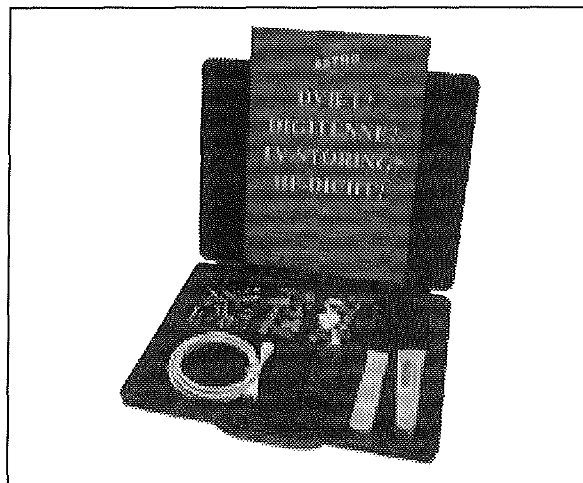
Eén nadeel van DVB-T schijnt te zijn dat de uitgestraalde signalen storingen genereren in het bestaande kabelnetwerk. Om het zekere voor het onzekere te nemen heeft Digitenne TNO het probleem laten onderzoeken. De discussie wie de schuld van de interferentie is, de gevestigde kabel of de nieuwkomer Digitenne, is wat Digitenne betreft, daarmee gesloten. De nietes/welles-discussie heeft Digitenne op een gegeven moment doorbroken door per ommegaande aan de kabelklagers een pakketje met nieuwe stekkers te sturen, die de storing verhelpen.

Er is immers een bekend probleem bij kabelaars: het aansluiten van meerdere TV's op één aansluiting. Het signaal op een aansluitdoos van een kabelnet is normaliter voldoende om één TV-toestel van kwalitatief goede TV-programma's te voorzien. Zodra er meerdere TV-toestellen aangesloten worden, kan die kwaliteit verminderen. Die kwaliteitsvermindering uit zich in de vorm van ruis in het beeld. Dit lijkt op de ruis die ontstaat door instraling van DVB-T, maar wordt nu veroorzaakt door een te zwak kabelsignaal. Dit te lage signaal wordt veroorzaakt door signaalverlies in de coaxkabel. Deze kabel kan namelijk niet verliesvrij signalen transporteren. Tevens wordt het signaalniveau gehalveerd door het splitsen van het signaal. Het signaalniveau kan weer verhoogd worden door het toepassen van een versterker.

De gangbare, in de bouwmarkten verkrijgbare, versterkers kosten ongeveer € 25,00 en hebben een versterking van ongeveer 10 dB. Deze versterking is in de meeste gevallen voldoende om een tweede TV-toestel op bijvoorbeeld een slaapkamer van goed beeld te voorzien. De versterkers welke in de bouwmarkt worden aangeboden zijn echter in de regel niet van voldoende kwaliteit om daarmee het interferentieprobleem op te lossen. Ze veroorzaken vaak intermodulatie- en/of EMC-problemen. Voor dit specifieke probleem zijn in de regel versterkers nodig van een betere kwaliteit.

ASTRO anti-instralingsproducten

Wie, ondanks een uitstekende kabelinstallatie, tóch last heeft van Digitenne-storingen zou kunnen overwegen de speciale "ASTRO DVB-T koffer" aan te schaffen. Alle producten om eventuele interferenties te voorkomen, heeft men dan bij de hand.



Figuur 5/3.17-9: De ASTRO DVB-T koffer bevat alle onderdelen en gereedschappen om een gammele kabelinstallatie op te waarderen.

De ASTRO DVD-T koffer, zie figuur 5/3.17-9, bevat:

3.17 Digitenne, digitale TV via de ether

- 1 x CR 596QL F-connector krimptang;
- 1 x CS 12 coaxkabelstripper om in één keer coaxkabel aan te snijden;
- 8 x CLIEC-F IEC-connector female met snelle, eenvoudige en vaste kabelverbinding;
- 8 x CLIEC-M IEC-connector male met snelle, eenvoudige en vaste kabelverbinding;
- 40 x CLF56A F-connector krimpuitvoering;
- 1 x 1,5 meter Terasat aansluitsnoer, HF-dicht.

Kanalen en frequenties

In Haarlem, Amsterdam, Wormer, Almere en Hilversum wordt DVB-T uitgezonden op de kanalen 21-23-34-57-64. In Alphen aan de Rijn wordt dat de kanalen 21-52-34-57-64.
De frequenties zijn:

- kanaal 21: 474 MHz;
- kanaal 23: 490 MHz;
- kanaal 34: 578 MHz;
- kanaal 52: 722 MHz;
- kanaal 57: 762 MHz;
- kanaal 64: 818 MHz.

Werking in het kort

Het beeld van de camera wordt in de studio digitaal gemaakt. Dit levert een signaal op met een datastroom van 270 Mbit/s. Deze informatie is niet op een economische manier over te dragen. Daarom wordt er MPEG2-codering toegepast. Door bepaalde coderingstechnieken, bijvoorbeeld door alleen de verschillen tussen de opeenvolgende beelden over te dragen, kan de bitstroom met een factor 50 tot 100 worden gereduceerd. De maximale reductie wordt bepaald door de vereiste beeldkwaliteit. Ook het geluid wordt gecodeerd, dit volgens MPEG1 layer 2. Hiermee wordt een reductie bereikt van 7 maal ten opzichte van een CD.
De modulatiemethode maakt gebruik van vele duizenden draaggolven, waardoor een robuuste ontvangst mogelijk is. Door gebruik van de digitale techniek is bij voldoende signaal de ontvangst prima. Ruis (sneeuw) en reflecties (dubbele beelden) komen niet meer voor. Als er te weinig ontvangstsignaal is bevriest het beeld of wordt het zwart.

Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing

DVB-T maakt efficiënter gebruik van het frequentiespectrum dan analoge televisie in die zin dat bij analoge televisie aan één frequentiekanaal slechts één programma toegewezen kan worden, daar waar DVB-T toelaat dat meerdere zenders van hetzelfde frequentiekanaal gebruik maken. De onderliggende technologie die dit mogelijk maakt is COFDM: "Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing".
Codering van het kanaal heeft tot doel een foutencontrole mogelijk te maken op de transportstroom.
Aardse kanaalcodering omvat een energiespreiding en een binnenste en buitenste codering en interleaving. Bij de multicarrier methode OFDM, wordt het transmissiekanaal opgedeeld in een aantal (N) subdragers. Daarenboven wordt het signaal georganiseerd in tijdsperioden met een duur TS. De relatie tussen de actieve symbool-perioden TU en de dragerspatiëring fs wordt gegeven door fs = 1/TU.
In de frequentie- en tijdgerelateerde verdeling van het kanaal, wordt in elk element van bandbreedte fs en duur TS een gemoduleerd symbool verzonden.

Samengenomen vormen de elementen in "tijdsslot" TS, één OFDM symbool. Wanneer OFDM toegepast wordt op een TV kanaal (8 MHz in UHF systemen en 7 MHz in VHF systemen), wordt de totale bitstroom gemoduleerd op 2K(16) dragers binnen één kanaal. Op elke drager worden 2, 4 of 6 bits verzonden, afhankelijk van de modulatiefactor en -methode.
De lage bit-rate per drager biedt de mogelijkheid om een "guard interval" in te voegen, gedurende hetwelk de ontvanger het signaal niet interpreteert. Dit principe biedt twee grote voordelen: in de eerste plaats kan gewerkt worden volgens de principes van een zogenaamd single frequency netwerk (SFN). De frequenties van de verschillende zenders in een enkelvoudig frequentie netwerk zijn onlosmakelijk aan elkaar verbonden maar beïnvloeden elkaar niet, waardoor de zenders op exact dezelfde tijdstippen, exact dezelfde signalen kunnen uitzenden. Daarnaast is OFDM immuun voor storingen in de vorm van echo's.

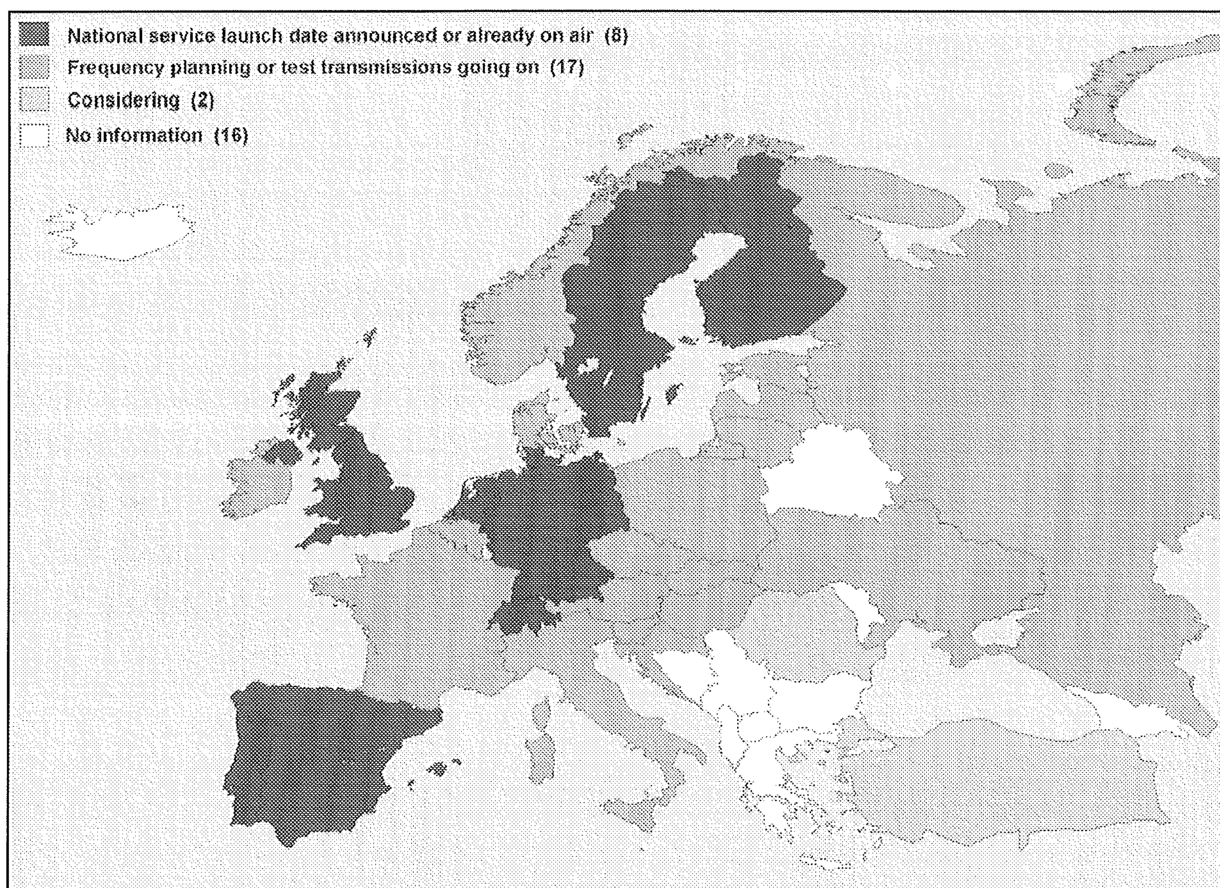
Specifieke instellingen
DVB-T ken vele (meer dan 200!) instellingen. Er bestaat bijvoorbeeld de mogelijkheid om in vele stappen kwaliteit (het aantal over te zenden bits/s) te ruilen met robuustheid (bereik en ontvangst onder moeilijke omstandigheden). In Nederland zijn de beschikbare frequenties gegund aan Digitenne en NOS die in de gekozen mode samen een capaciteit hebben van totaal 100 Mbit/s. Om heel Nederland te voorzien van Digitenne wordt er op grote schaal gebruik gemaakt van Single Frequency Networks (SFN). Er zijn niet voldoende frequenties om zonder deze techniek het gewenste netwerk te bouwen.

De bitstroom
Een bitstroom met DVB-T signalen bevat verschillende soorten van digitale informatie. Dit zijn:
- beeldsignalen, volgens MPEG2-norm gecodeerd;
- geluidsignalen, volgens MPEG1 layer2 norm gecodeerd, deze codering is gelijk aan die bij DAB wordt gebruikt;
- data signalen, bijvoorbeeld teletekst;
- DVB-tabellen, nodig voor een goede werking van het systeem, de ontvanger kan hier uit opmaken wat er wordt uitgezonden.

Al deze signalen worden tezamen met soortgelijke signalen van andere programma's samengevoegd in één zo genoemde transportstroom en via één of meerdere zenders uitgezonden. Om het in de ontvanger mogelijk te maken alle signalen weer te splitsen en op de goede manier verder te geleiden wordt de informatie in pakketten verdeeld en elk pakket wordt voorzien van een identificatie, de Packet Identifier (PID).
In de tabellen wordt dan vermeld welke PID samen het programma van Nederland 1 vormen. Op deze wijze is het mogelijk om allerlei combinaties samen te stellen. Bijvoorbeeld, een programma met twee verschillende geluidskanalen naar keuze van de kijker. Ook is het mogelijk om zelfstandige audiokanalen op deze manier samen te stellen, die radioprogramma's kunnen verspreiden.

DVB-T in Europa
De opkomst van DVB-T is het gevolg van de vooruitgang in technologische kennis en bewustwording van de voordelen van de aardse digitale transmissietechniek. In diverse Europese landen is DVB-T reeds ingevoerd of wordt binnenkort met de invoering begonnen.

3.17 Digitenne, digitale TV via de ether



Figuur 5/3.17-10: De implementatie van DVB-T in Europa.

Uit de kaart van figuur 5/3.17-10 kan de implementatie in Europa worden afgeleid.

Zenderpark in ontwikkeling

Nozema heeft voor het DVB-T systeem in de randstad vijf nieuwe zendernetten gepland. Per zendernet kunnen er vier tot vijf TV-programma's worden uitgezonden. Totaal kunnen er dus circa twintig TV-programma's worden uitgezonden. Er blijft dan nog ruimte over voor een vijftiental radioprogramma's en een aantal nieuwe diensten zoals bijvoorbeeld een elektronische programmagids, verbeterde teletekst en achtergrondinformatie bij TV programma's. Met de bouw van deze netten is al begonnen.

In de tabel van figuur 5/3.17-11 wordt een overzicht gegeven van het gehele geplande zendernetwerk dat nodig is voor een landelijke dekking. De meeste antennes kunnen worden ondergebracht in de bestaande torens van de NOZEMA.

3.17 Digitenne, digitale TV via de ether

Plaats	Hoogte (m)	Aantal kanalen	Vermogen per kanaal in kW	bijzonderheden
Alkmaar	125	8	10	
Ameland	66	7	0,2	
Delfzijl	100	6	10	
Emmen	140	5	10	
Groningen	101	6	10	
Heerenveen	127	7	10	
Hoogeveen	132	7	10	
Hoogezand	103	5	10	Bestaande toren
Irnsum	136	5	10	Bestaande toren
Leeuwarden	126	5	10	
Meppel	126	6	10	
Smilde	204	5	10	Bestaande toren
Wieringermeer	204	6	10	Bestaande toren
Almelo	126	5	10	
Almere	126	6	5	
Apeldoorn	125	4	10	
Arnhem	145	6	10	Bestaande toren
Doetinchem	126	5	10	Bestaande toren
Enschede	126	4	10/5	
Lelystad	177	9	10	Bestaande toren
Markelo	160	4	10	Bestaande toren
Nijmegen	onbekend	6	Onbekend	
Ruurlo	126	4	10	
Tiel	126	5	10	
Wageningen	126	6	40	
Zwolle	128	4	10	Bestaande toren
Breda	129	8	10	
Eys	165	7	1*10;3*5;3*2,5	Bestaande toren
Goes	140	4	10	Bestaande toren
Loon op Zand	133	5	10	Bestaande toren
Maastricht	84	9	3*10;2*5;3*2,5 1*0,5	Bestaande toren
Middelburg	126	4	5	
Mierlo	126	4	10	Bestaande toren
Philippine	126	4	5	Bestaande toren
Roermond	161	4	10	Bestaande toren
Roosendaal	131	7	10	Bestaande toren
Den Bosch	128	6	10	
Venlo	132	4	10	
Weert	130	6	10	
Almere	126	1	10	
Alphen a/d Rijn	128	9	10	Bestaande toren
Amersfoort	148	8	10	
Amsterdam	129	6	10	Bestaande toren
Den Haag	130	7	10	Bestaande toren
Haarlem	142	6	10	Bestaande toren
Hilversum	174	8	10	Bestaande toren
Lopik	163	8	10	Bestaande toren
Maassluis	128	9	6*20;3*10	
Nieuwerkerk	129	9	10	
Oegstgeest	129	7	10	
Rotterdam	205	9	1*20;8*10	Bestaande toren
Sliedrecht	127	9	1*20;7*10;1*5	
Utrecht	128	6	10	
Wormer	128	6	20	Bestaande toren

Figuur 5/3.17-11: Het geplande zendernetwerk voor de landelijke dekking van DVB-T.

5/3.18

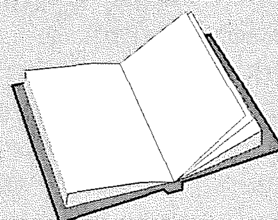
DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial

Van analoog naar digitaal

Inleiding
Zowel de Nederlandse als de Belgische overheden hebben beslist dat de analoge uitzending van TV-signalen via de ether via de bekende TV-masten op korte termijn wordt gestaakt. Op het moment dat u dit hoofdstuk leest is het in Nederland al zover, tenzij de Tweede Kamer weer een uitstel weet door te drukken.
De analoge uitzendingen worden vervangen door digitale, die voldoen aan de DVB-T standaard. DVB-T is het letterwoord van "Digital Video Broadcasting Terrestrial", aardse digitale video uitzending.
Dat betekent dat alle bewoners van de Lage Landen, die nu nog via een sprietantenne of een "hark" op het dak naar TV kijken zeer binnenkort extra apparatuur moeten aanschaffen.

Wat gaat er veranderen?
Eerst het goede nieuws. Als u nog analoog via de ether TV kijkt via een Yagi-antenne op uw dak of op uw caravan dan wel woonwagen, dan kunt u deze antenne blijven gebruiken. Ook de DVD-T uitzendingen worden via de bestaande zenders en met dezelfde draaggolffrequenties uitgezonden. Uw antenne merkt dus het verschil niet eens.
Uw TV merkt het verschil echter des te meer. Dat apparaat is ontworpen voor ontvangst van de analoog gemoduleerde signalen en kan niets aanvangen met de digitale signalen die via DVB-T binnenkomen.
U moet dus een extra kastje aanschaffen, dat de DVB-T signalen omzet in signalen die uw TV, PC of flatscreen monitor verstaat.
De techniek is alles behalve nieuw, want in feite zenden vrijwel alle satellieten hun TV-kanalen via DVB-modulatie uit. Voor de ontvangst van DVB-T kunnen de fabrikanten dus gebruik maken van reeds lang beproefde schakelingen en vandaar dat de digitale voorzetapparatuur niet erg prijzig is. Voor nog geen honderd Euro kunt u allerlei digitale ontvangertjes kopen, waarmee u uw PC, TV of monitor aanstuurt. U herkent der-

LEES OOK:
Hoofdstuk 5/3.17
Hoofdstuk 5/4.16
Hoofdstuk 5/17.2



3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial

gelijke apparaatjes aan het DVB-logo, voorgesteld in figuur 5/3.18-1.



Figuur 5/3.18-1: Het logo van Digital Video Broadcasting.

Free-to-air DVB-T
De overheden hebben bepaald dat de publieke zenders kostenvrij door alle inwoners van Nederland en België ontvangen kunnen worden. Dat noemt men "free-to-air DVB-T" en het betekent dus dat u, mét zo'n nieuwe digitale ontvanger, de bekende publieke netten kosteloos in huis krijgt.

De situatie in Nederland
Sinds 1951 verspreidt de Publieke Omroep zijn programma's (Nederland 1, 2 en later 3) via een analoog ethersignaal door de lucht. U herkent deze manier van ontvangst aan een "harkantenne" op het dak of een sprietantenne op het televisietoestel zelf. In een aantal provincies worden ook de regionale omroepen via de ether analoog uitgezonden. Verder kunnen mensen die in grensgebieden wonen soms ook buitenlandse zenders ontvangen via de hark- of sprietantenne.
Medio 2006 keken nog slechts ongeveer 74.000 Nederlandse huishoudens op deze manier TV. Er zijn ook mensen die analoge ethertelevisie kijken in hun vakantiehuisje of op hun tweede toestel. In totaal gaat het om 222.000 huishoudens. De kosten voor het in stand houden van een analoge ethernetwerk met grote zenders lopen, omgerekend per gebruiker, aardig op. Bovendien nemen de analoge programma's heel veel bandbreedte in beslag, bandbreedte die digitaal op een veel efficiëntere manier kan worden ingevuld.
In de nacht van 10 op 11 december 2006 werd, als alles volgens plan is verlopen, het analoge ethersignaal uitgeschakeld en werd dit vervangen door een digitaal ethersignaal.
Nozema is in Nederland sinds 1993 actief in het ontwikkelen van DVB-T. Sinds december 1997 worden er testuitzendingen via een DVB-T-zender in Lopik gedaan. Op vrijdag 26 mei 2000 is er een zender (Kanaal 9) in de lucht gegaan die het regionale TV-programma van Utrecht uitzendt op de digitale manier (DVB-T). Deze zender wordt ontvangen door de kabelbedrijven, die het signaal converteren naar een analoog TV-signaal en het daarna verspreiden.
Bovendien experimenteert KPN al een paar jaar met "Digitenne", een te betalen service die een groot aantal zenders aanbiedt via DVB-T. Voorlopig is Digitenne alleen in de Randstad te ontvangen en het is maar de vraag of deze service toekomst heeft.

Beslissing Tweede Kamer
De Tweede Kamer heeft ingestemd met de omschakeling van analoge ethertelevisie naar digitale ethertelevisie. Minister Van der Hoeven (OCW) en minister Wijn (Economische Zaken) starten per direct een landelijke voorlichtingscampagne. Deze campagne richt zich op burgers die moeten overschakelen naar een ander manier van televisie-ontvangst. De

3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial

ministers hebben besloten de omschakeling te laten plaatsvinden in de nacht van 10 op 11 december 2006. Via voorlichtingscampagnes krijgen de burgers informatie over andere manieren waarop zij televisie kunnen ontvangen (via digitale ether, kabel, satelliet en Internet). Daarnaast worden folders verspreid en komen er radiospots en advertenties in dagbladen. Ook Postbus 51 biedt informatie voor de burgers. In samenwerking met belangenverenigingen worden specifieke doelgroepen benaderd zoals recreanten en binnenvaartschippers.

Publieke en regionale omroepen free-to-air
Nederland 1, 2 en 3 en de regionale omroep komen op 11 december 2006 zonder abonnement beschikbaar in de digitale ether. In overleg met de regionale omroepen is verder besloten om de distributie van de televisieprogramma's van de regionale omroepen via de satelliet mogelijk te maken. Hierdoor kunnen veel kijkers straks ook regionale televisie via de satelliet ontvangen.

De situatie in België
De Vlaamse regering heeft in oktober 2006 beslist dat de analoge ethertelevisie ook in Vlaanderen eind 2008 zal worden stopgezet. In Vlaanderen kijkt ongeveer 97 procent van de mensen televisie via de kabel. Slechts 60.000 gezinnen zijn nog aangewezen op een antenne. Tussen de 80.000 en 180.000 gezinnen hebben wel een kabelaansluiting, maar daarnaast nog een tweede toestel met een antenne. De publieke omroep VRT bedient heel Vlaanderen met een paar DVB-T zenders. Hierbij zijn free-to-air de kanalen VRT één, Ketnet/Canvas en Sporza te zien. Ook zendt de omroep alle radiozenders digitaal via DVB-T uit, van Donna tot Klara. Er bestaan nog geen concrete plannen om naast de VRT ook andere omroepen in de ether toe te laten. Wat Wallonië betreft is er slechts één enkele zender actief in Brussel en omstreken, waarop drie kanalen van de Waalse publieke omroep RTBF te zien zijn. Dat zijn de twee nationale netwerken alsmede RTBF Sat. De Vlaamse overheid richt ook een nieuwe vennootschap op om het zenderpark van de VRT uit te baten. De mogelijke opbrengsten daarvan gaan naar de openbare omroep zelf.

De rest van Europa
DVB-T is geen Lage Landen gebeurtenis, de omschakeling van analoge naar digitale aardse TV is een Europees fenomeen. Sommige landen, zoals Engeland, zijn al jaren bezig met deze omschakeling.
In het buitenland zijn bovendien al veel zenders geheel free-to-air beschikbaar. Dat betekent dat u als vakantieganger daar van kunt profiteren. Op uw hotelkamer, in de tent, overal kunt u digitale televisie ontvangen. Tenminste, als er signaal is. Net als bij ons is overal de opbouw van de digitale zenderparken nog in volle gang. Dat betekent in de praktijk dat eerst de dicht bevolkte stedelijke gebieden voorzien worden van digitale ethersignalen. Later volgen dan pas de landelijke gebieden. Houdt daar rekening mee zodat uw verwachtingen niet al te hoog gespannen zijn.

Duitsland
In Duitsland is de opbouw van het net in volle gang. Het aanbod aan zenders verschilt per regio en is nog voornamelijk beperkt tot de grote steden en hun omgeving. Overal zijn alle publieke kanalen

3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial

van ARD en ZDF vrij te ontvangen. Beide omroepen hebben een eigen multiplex (lees verder), waardoor naast het hoofdprogramma (respectievelijk Das Erste en ZDF) ook de regionale omroep alsmede de themakanalen als Eins Plus, ZDF Themakanal, Kika en dergelijke te zien zijn. Daarnaast zijn in veel gebieden, maar in het Oosten van het land niet overal, ook de commerciële zenders te ontvangen. Daar zitten de verschillende kanalen van de RTL Groep, Pro7Sat1, maar soms ook kleine commerciële zenders bij. In Berlijn kunt u ook BBC World ontvangen. Het aanbod kan oplopen tot rond de 26 verschillende kanalen.

Luxemburg
Tijdens uw vakantie in Luxemburg hoeft u de vertrouwde uitzendingen van RTL niet te missen. De programma's van zowel RTL4 als van RTL5 en RTL7 zijn via de ether in Luxemburg digitaal te ontvangen. Sinds 1 april 2006 zijn deze drie kanalen in de lucht, net zoals de RTL zenders voor Wallonië en Luxemburg zelf. De programma's zijn ongecodeerd te ontvangen. De reden dat de RTL kanalen hier vrij in de ether beschikbaar zijn is dat ze allemaal opereren met een Luxemburgse uitzendlicentie.

Frankrijk
Sinds april verleden jaar heeft Frankrijk ook zijn digitale televisie via de ether, helaas onder een andere naam: de Fransen noemen het TNT, letterwoord dat staat voor "Télévision Numérique Terrestriale". De uitbouw van het netwerk verloopt vlot, maar is nog vooral beperkt tot de steden. Het aanbod aan kanalen is groot: 14 verschillende zenders zijn free-to-air te bekijken. Daarbij zijn de bekende Franse zenders als France2, France3, TF1, M6, Arte, TMC, maar ook vele nieuwkomers als Direct8, NRJ 12, W9 en France4. Het aantal gratis te ontvangen kanalen wordt uitgebreid tot 18. Naast het gratis aanbod is ook nog een aantal abonnee-tv kanalen actief, waaronder natuurlijk Canal+.

Italië
Italië loopt voorop met de introductie van DVB-T, het is de bedoeling dat eind dit jaar het hele land wordt bereikt. Alle belangrijke commerciële en publieke kanalen zijn beschikbaar, zoals die van de RAI, Mediaset (Rete Quattro, Canale 5 en Italia 1), La7 en MTV. De normale uitzendingen zijn allemaal ongecodeerd te ontvangen, maar daarnaast zijn er speciale programma's zoals het live voetbal, waarvoor u pre-paid kaarten kunt kopen om te kunnen kijken. Hiervoor heeft u echter een speciale Italiaanse ontvanger nodig.

Spanje
In Spanje is in november 2005 de digitale televisie aan een tweede start begonnen. Enkele jaren geleden begon DVB-T, net als Digitenne in Nederland, als een abonnee-TV service. Dat liep uit op een mislukking, maar met deze nieuwe start is de dienst gratis beschikbaar. Via de ether zijn nu minimaal 23 kanalen beschikbaar, waaronder de landelijke publieke (TVE) en commerciële omroepen benevens enkele regionale en lokale stations. De nieuwe dienst is een groot succes aan het worden, niet in de laatste plaats natuurlijk omdat deze gratis is.

Groot-Brittanië
Het Verenigd Koninkrijk is wellicht de meest ontwikkelde markt voor digitale televisie in Europa. Inmiddels kijkt meer

dan de helft van de kijkers digitaal. Ook hier probeerde de overheid DVB-T als betaal-TV te lanceren, hetgeen jammerlijk mislukte. Nu is FreeView (de naam zegt het al, gratis te zien) een enorm succes. Vele kanalen van de BBC, de commerciële ITV en nog een dozijn andere aanbieders zorgen voor een brede keus aan kanalen, inclusief home-shopping! Daarnaast is het aanbod inmiddels uitgebreid met betaal-TV (Top Up TV).

Zwitserland

In Zwitserland zijn de publieke omroepen al enige tijd bezig met het uitzenden van digitale televisie. In veel gebieden zijn de uitzendingen inmiddels te ontvangen in de verschillende landstalen. Ontvangst is nog lang niet overal mogelijk.

Oostenrijk

In Oostenrijk is de invoering pas later dit jaar voorzien. Het aanbod zal aanvankelijk bescheiden zijn en bestaan uit drie kanalen, ORF1, ORF2 en ATV.

RRC

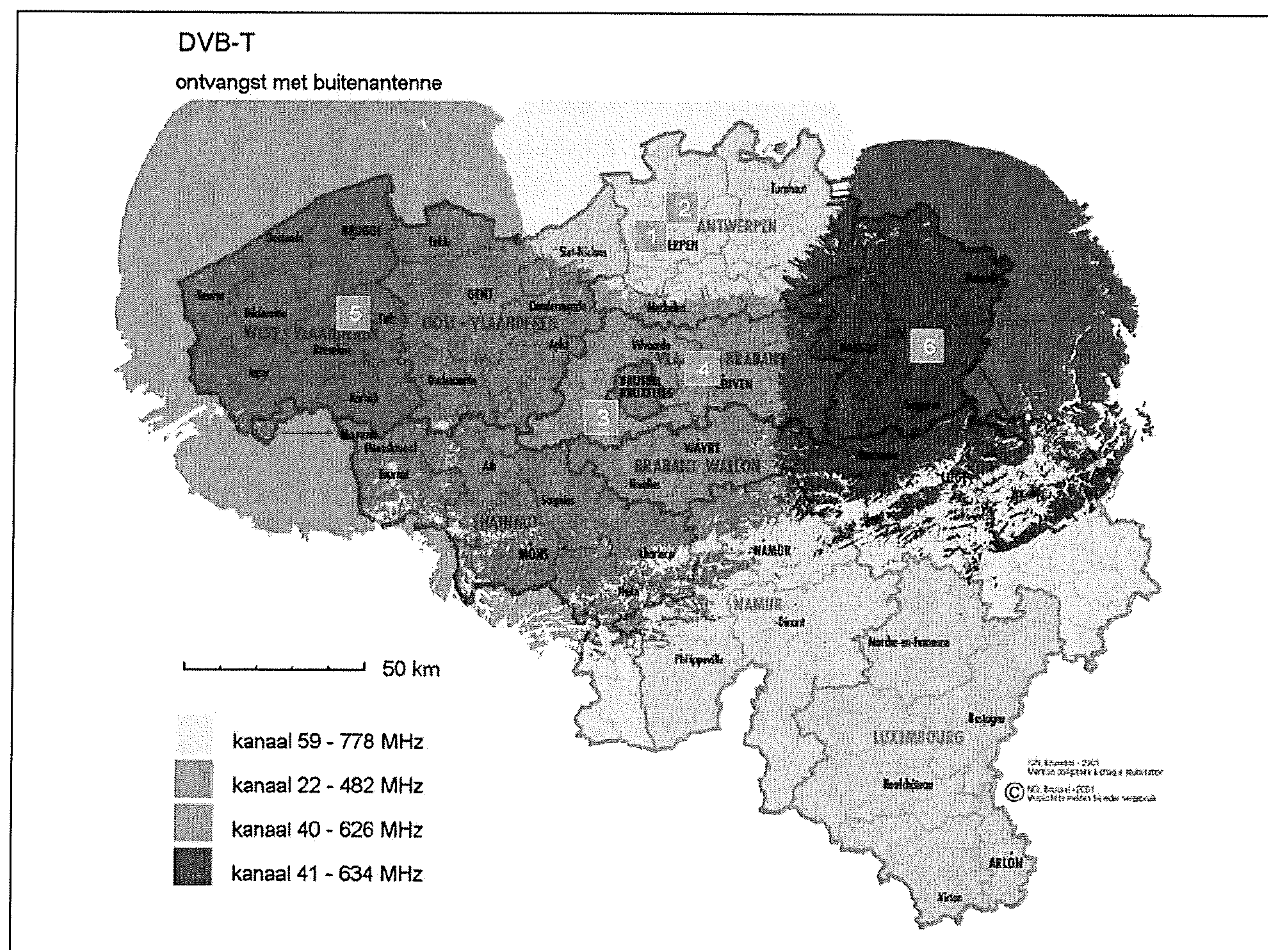
Inleiding

Het invoeren van DVB-T vereist Europese en zelfs internationale coördinatie. Er moeten nieuwe afspraken komen over het gebruik van de voor de omroep gebruikte frequentiebanden, band III en band IV/V. In 2004 en 2006 zijn daarom twee internationale conferenties georganiseerd, "Regionale Radiocommunicatie Conferentie" (RRC-06) genoemd. Deze conferenties vonden plaats in ITU-verband (International Telecommunications Union). Doel was nieuwe afspraken te maken over de verdeling van de zendfrequenties in de regio's Europa, Afrika, het geografische gebied van de voormalige Sovjet-Unie, het Midden-Oosten en Iran.
De RRC is in twee sessies gehouden. In de eerste sessie (RRC-04), die in mei 2004 heeft plaatsgevonden, zijn de technische uitgangspunten vastgelegd. In de tweede sessie (de RRC-06), die van 15 mei tot 16 juni 2006 in Genève plaatsvond, is het nieuwe internationale frequentieplan gerealiseerd. In dit plan is per land uitgewerkt welke frequentierechten zij hebben binnen de betreffende banden. Dit plan maakt digitalisering van de betreffende frequentiebanden voor omroep in deze regio's mogelijk. De nieuwe overeenkomst biedt de flexibiliteit om het gebruik van andere technieken en diensten mogelijk te maken. Het andere gebruik moet dan wel passen binnen de verworven rechten. Het plan voorziet er verder in dat analoge omroep nog tot 2010 wordt beschermd in Europa. Een snellere overgang op digitale omroep, zoals in Nederland, is mogelijk op basis van bilaterale en multilaterale afspraken tussen buurlanden.
Het nieuwe plan treedt op 17 juni 2007 in werking.

Nederland

Nederland heeft in Band III (174 MHz tot 230 MHz) de frequentierechten verworven voor drie landelijke lagen voor digitale radio (T-DAB) en één landelijk dekkende laag voor digitale televisie. Deze laag kan eventueel worden gesplitst in vier lagen voor digitale radio. Tevens is de ontvangstkwaliteit voor digitale radio verbeterd tot portable indoor. In de daarvoor geldende Wiesbandenplanning was de ontvangstkwaliteit gebaseerd op mobiel gebruik.

3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial



Figuur 5/3.18-2: Het bereik van de verschillende voor DVB-T voorziene zenders in Vlaanderen.

In de frequentiebanden IV/V (470 MHz tot 862 MHz) heeft Nederland de frequentierechten verworven voor zes landelijk dekkende lagen voor digitale televisie. Een deel van deze frequentieruimte is, indien gewenst, ook geschikt voor het verzorgen van mobiele digitale televisie. Daarnaast heeft Nederland de rechten verworven voor een zevende laag waarmee ongeveer 80% van Nederland (exclusief delen van de zuidelijke provincies) worden bedekt.
Op dit moment gebruikt Digitenne (KPN TV) vijf multiplexen die alleen in het westen en midden van het land te ontvangen zijn. Een van deze multiplexen behoort toe aan de Publieke Omroep.

Vlaanderen
Het kleine Vlaanderen krijgt niet minder dan acht DVB-T multiplex frequenties. Vijf bedekken heel Vlaanderen, twee andere zijn opgesplitst per provincie, en één zal gebruikt worden voor andere digitale ethercommunicatie. Minister Bourgois is tevreden met de toekenning: "Via één multiplex kunnen vier televisieomroepen worden doorgegeven. Concreet zal de Vlaamse digitale ether dus ruimte bieden voor een dertigtal digitale televisieomroepen". In figuur

5/3.18-2 is het bereik van de zenders weergegeven.

DVB

Inleiding
Het huidige analoge TV-systeem is ongeveer vijftig jaar oud. Er zijn gedurende deze periode verschillende verbeteringen en vernieuwingen aan het systeem toegevoegd, zoals kleurentelevisie, stereogeluid, teletekst en pseudo-surround via de twee stereokanalen. De technische ruimte om nog meer vernieuwingen aan te brengen is echter volledig op, de beschikbare bandbreedte in een kanaal is volledig opgebruikt. Dit betekende dat er een compleet ander TV-systeem moest komen. Vanaf de uitgang van de TV-studio tot en met bij de kijker thuis moet de apparatuur worden vernieuwd. In Europa is hiervoor het "Digital Video Broadcasting" (DVB) systeem ontwikkeld. Afhankelijk van de toepassing zijn er vier verschillende versies, die overeenkomsten hebben. Er bestaat nu:

- DVB-S:
  Ontwikkeld voor het uitzenden via de satelliet. Dit systeem wordt onder andere gebruikt voor het uitzenden van de Nederlandstalige commerciële TV-programma's.
- DVB-C:
  Ontwikkeld voor het verzenden van digitale TV via de bestaande kabelinfrastructuur.
- DVB-T:
  Ontwikkeld voor het uitzenden via de bestaande aardse (terrestrial) zenders.
- DVB-H:
  Ontwikkeld voor het uitzenden naar mobiele "handheld" toepassingen.

Voor elk van de vier systemen is een speciale ontvanger nodig, in de eerste drie gevallen meestal in de vorm van een set-top box. Dit kastje ziet er uit als een satellietontvanger. Bij gebruik via de kabel wordt dikwijls gesproken over een digitale decoder.

De voordelen van DVB
Bij ontvangst is het beeld storingsvrij en het geluid is van CD-kwaliteit. Binnen één kanaal kunnen meerdere TV-programma's en een aantal radioprogramma's vergelijkbaar met de huidige kwaliteitsstandaard worden uitgezonden. Dit noemt men "multiplexen". In vergelijking met de huidige situatie is er dus meer ruimte voor programma's. Het is mogelijk om extra informatie uit te zenden. Voorbeelden hiervan zijn Superteletekst, Elektronische Programma Gids (EPG), homebanking en homeshopping, Internet, etc.
Doordat DVB-signalen digitaal zijn, kan men ze ook eenvoudig versleutelen, wat weer mogelijkheden biedt voor betaal-TV (Pay TV).
Via DVB kan men dus een betere beeldkwaliteit bereiken dan met analoge TV. In het algemeen kan gesteld worden dat DVB-signalen minder gevoelig voor zijn voor storingen. Een storingsvrij analoog televisiebeeld doet echter niet veel onder voor een DVB-televisiebeeld. De detaillering is vaak zelfs beter. Het DVB-beeld is rustiger en oogt scherper. Bij toenemende ruis blijft de beeldkwaliteit van DVB-signalen vergeleken met een PAL-televisiesignaal echter langere tijd beter. Bij het analoge beeld wordt de ruis zichtbaar, bij DVB niet. Neemt de ruis toe, dan is de decoder niet meer in staat om een herkenbaar beeld te maken uit de binnenkomende bitstroom. Het

3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial

beeld staat stil of gaat naar zwart. Het PAL-signaal bevat dan afhankelijk van het TV-toestel waarmee wordt gekeken erge ruis of hele erge ruis, maar is nog wel zichtbaar.

De voorgeschiedenis

De geschiedenis van DVB is begonnen aan het einde van het jaar 1990. De grote vraag was of het mogelijk was de grote hoeveelheid digitale informatie, die een kwalitatief hoogwaardige TV-uitzending nodig heeft, de verzenden via de bestaande analoge TV-frequenties. Experimentele projecten, zoals SPECTRE (Experimental European Research Program) toonden aan dat het digitale video-compressiesysteem, bekend onder de naam "Compensated Discrete Cosine Transfer Coding", zeer effectief was in het reduceren van de vereiste transmissiecapaciteit voor digitale uitzending. Swedish Television stelde de kabelexploitanten voor een geheel Europa omvattend platform te vormen voor het ontwikkelen van HDTV via de ether. In 1991 werd er door kabelexploitanten en fabrikanten van consumentenapparatuur gediscussieerd over hoe dit kon worden gerealiseerd. De hiervoor genoemde bedrijven en overheidsinstanties, die zich bezig hielden met radio en TV, vormden een groep die toezicht ging houden op de ontwikkeling van de digitale televisie in Europa. Dit leidde in 1992 tot de formatie van de "European Launching Group" (ELG). Na een intensieve periode werd op 10 september 1993 een "Memorandum of Understanding" (MoU) getekend. Bij deze ondertekening werd de ELG omgedoopt tot de DVB-groep. Het MoU werd ondertekend door 84 Europese kabelexploitanten, telecommunicatiebedrijven, fabrikanten en instanties op het gebied van regelgeving. Deze ondertekening hield in dat de leden bij het uitvoeren van hun werkzaamheden zich moesten houden aan het reglement.

In dezelfde tijd vond er een nevenactiviteit plaats in de "Working Group on Digital Television". Deze groep bereidde een studie voor met betrekking tot de verwachtingen en mogelijkheden van digitale televisie via de ether in Europa. Het rapport introduceerde nieuwe concepten, zoals voorstellen voor het mogelijk maken van het tegelijkertijd bedienen van verschillende consumentenmarkten.

In deze periode werd het al snel duidelijk, dat als eerste satelliet- en kabeltelevisiesystemen moesten worden ontwikkeld. Deze leverden namelijk minder technische problemen op en problemen op het gebied van de wetgeving. Bovendien zorgde de behoefte vanuit de markt ervoor dat deze systemen voorrang moesten krijgen.

Organisatie

Digital Video Broadcasting (DVB) is gestart met het ontwikkelen van specificaties voor distributieve diensten (broadcasting) over de media satelliet, kabel en televisie via de ether. Geleidelijk aan gingen echter de werkzaamheden van de DVB-werkgroep richting telecommunicatiesector met onder andere het specificeren van "return channels" (retourpaden). Later is de DVB-werkgroep zich ook bezig gaan houden met het ontwikkelen van specificaties voor "interactive services" (diensten met tweerichtingsverkeer) en "data broadcasting".

De kern van de DVB-werkgroep is de "General Assembly" (GA). De General Assembly wordt gevormd door alle deel-

3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial

nemers die de MoU hebben ondertekend. De GA beslist op het hoogste niveau binnen het DVB-project en komt eenmaal per jaar bijeen.
De GA kiest de "Steering Board" (SB). De SB neemt de beslissingen en behartigt alle belangen van de DVB-leden. De SB is de uitvoerende commissie binnen DVB en wordt ondersteund door ongeveer 20 subgroepen. De SB bestaat uit vertegenwoordigers van de volgende vier belangengroepen:
- kabelexploitanten (12 zetels);
- fabrikanten (8 zetels);
- telecommunicatie- en satellietorganisaties (8 zetels);
- organisaties voor regelgeving (6 zetels).

Daarnaast zijn er nog afgevaardigden van ETSI (European Telecommunications Standards Institute), CENELEC (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique) en de Europese Commissie toegelaten tot de Steering Board als waarnemers.
De volgende commissies rapporteren aan de Steering Board:
- commissie technische zaken;
- commerciële commissie kabel en satelliet;
- commerciële commissie televisie via de ether;
- commerciële commissie interactieve diensten.

Daarnaast is nog een groot aantal subgroepen bezig met gedetailleerde technische ontwerpen. Het eigenlijke werk aan de technische ontwerpen wordt uitgevoerd door ad-hoc werkgroepen en een speciale rapportagegroep, die rapporteren aan de betreffende commissies. De leden van de ad-hoc groepen zijn specialisten van organisaties en bedrijven die bij het DVB-project betrokken zijn. De specialisten houden zich bezig met de volgende gebieden:
- Conditional Access (CA);
- aspecten op het gebied van regelgeving;
- budgettering;
- procedures voor regelgeving;
- promotie en communicatie;
- rechten opstellen voor intellectueel eigendom.

Standaardisaties opstellen
De drie commerciële commissies formuleren gebruiksvoorwaarden, waaraan moet worden voldaan, zodat men een economisch haalbaar systeem kan beschrijven. De volgende stap is het vertalen door de commissie technische zaken van de geformuleerde gebruiksvoorwaarden naar technische specificaties. De procedure vereist dat de betreffende commerciële commissie eerst de technische specificatie moet goedkeuren, voordat de Steering Board toestemming geeft voor het doorsturen van de specificatie naar de relevante standaardisatie-organisaties (ETSI of CENELEC). Na het accepteren van de technische specificaties, zullen de standaardisatie-organisaties de specificaties wijzigen in officiële standaarden, door deze te voorzien van een ETS-nummer (ETS = European Telecommunication Standard).
Naast de leden van het DVB-project zijn er verschillende standaardisatie-organisaties en andere groepen betrokken bij het DVB-project. De belangrijkste standaardisatie-organisaties die betrokken zijn bij het DVB-project zijn:
- ITU (International Telecommunications Union);
- ISO/IEC (International Standardisation Organization/ International Electrotechnical Commission);

3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial

- CENELEC (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique);
- EBU (European Broadcasting Union);
- ETSI (European Telecommunications Standards Institute);
- DAVIC (Digital Audio Video Council).

ITU
De ITU is de belangrijkste wereldwijde standaardisatie-organisatie op het gebied van telecommunicatie. De ITU kan in de volgende drie sectoren worden opgedeeld:
- de radiocommunicatiesector (ITU-R);
- de telecommunicatie-standaardisatiesector (ITU-T);
- de ontwikkelingssector (ITU-D).

ISO/IEC
De ISO en IEC werken op wereldwijd niveau aan de standaardisatie van consumenten- en industriële apparatuur. De ISO is een algemene standaardisatie-organisatie, terwijl de IEC zich richt op de standaardisatie van elektronische apparatuur. Door de overlap van beide organisaties op het gebied van Information Technology (IT) is het "Joint Technical Committee 1" (JTC1) opgericht. JTC1 is belast met de standaardisatie van op IT gebaseerde apparatuur. Een JTC1-subgroep, MPEG genaamd, heeft een standaard ontwikkeld voor basisband videocompressie, alsmede een multiplex-systeem voor video met VHS-kwaliteit (MPEG-1) en audio met CD-kwaliteit. Vervolgens werd de hoogwaardige MPEG-2 standaard ontwikkeld. Vanwege de ingebouwde flexibiliteit en compressie speelt deze standaard een belangrijke rol bij DVB.

CENELEC
Het CENELEC werkt op Europees niveau aan het standaardiseren van consumenten- en industriële apparatuur. CENELEC bestaat uit technische commissies, die zich bezighouden met televisie, radio-ontvangers, CA (Conditional Access) en kabeldistributiesystemen.

EBU
De EBU is een organisatie van de Europese publieke uitzendmaatschappijen (broadcasters). Uitzendmaatschappijen buiten Europa kunnen zich bij de EBU als partners aansluiten. De EBU telt ongeveer 50 leden en meer dan 60 partners vanuit de hele wereld. De EBU specificeert aanbevelingen en standaarden en publiceert deze. De aanbevelingen en standaarden worden vaak beoordeeld door de ITU en/of de IEC om te worden geconverteerd naar wereldstandaarden. Met betrekking tot het DVB-project draagt de EBU aanzienlijk bij aan het ontwerpen van systeemvoorwaarden en -eisen, systeemevaluaties en frequentieplanning.

ETSI
De ETSI is opgericht door de Europese Commissie voor het ontwikkelen van standaarden, die kunnen worden geïmplementeerd in de lidstaten door middel van regelgeving of richtlijnen. De EBU/ETSI JTC is bijvoorbeeld verantwoordelijk voor standaarden op het gebied van broadcast signalen (standaarden op gebied van transmissie). Deze commissie rapporteert aan zowel de technische top van ETSI als aan de technische commissie van de EBU. De EBU/CENELEC/FTSI JTC is verantwoordelijk voor de richtlijnen en standaarden op het gebied van broncode-

3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial

ring en multiplexing, CA (Conditional Access) en interactieve diensten.

DAVIC

Begin 1994 werd de "Digital Audio Visual Council" opgericht. DAVIC telt wereldwijd meer dan 100 leden en zorgt voor een visie op een digitale audiovisuele wereld, waarin producenten van programma's een zo breed mogelijk publiek kunnen bereiken. Hierbij hebben gebruikers dezelfde toegang tot diensten, zorgen netwerk service providers voor een effectief transport en leveren fabrikanten hardware en software voor het kosteloos produceren van informatie, het leveren van informatiestromen en het gebruik van de informatie.
Bovendien geeft DAVIC de specificaties door aan de relevante internationale standaardisatie-organisaties en werkt met deze organisaties samen in het standaardisatieproces. Als de vereiste specificatie niet bestaat, dan werkt DAVIC mee aan de ontwikkeling hiervan. In principe is toepassing van deze specificaties door de leden geheel vrijwillig.
Sinds de start van DAVIC zijn de DVB-leden het nut gaan inzien van het samenwerken met DAVIC. DAVIC dekt namelijk een breed gebied, dat zich uitstrekt tot buiten het gebied van broadcasting. DAVIC-leden zijn in dienst getreden bij DVB om de inspanningen van beide groepen te coördineren.

De resultaten van het DVB-project

Behalve de reeds eerder genoemde specificaties heeft de DVB-werkgroep verschillende richtlijnen ontwikkeld, die naast andere zaken ook de toepassing van MPEG-2 audio- en videobroncodering en multiplexing omvatten. Nog niet zo lang geleden zijn de specificaties voor interfaces met PDH-, SDH- en ATM-netwerken gestandaardiseerd. Bovendien is er een "Multimedia Home Platform" (MHP) ontwikkeld. Dit platform vormt de "Application Protocol Interface" (API) naar verschillende multimediatoepassingen.
Verder werkte DVB ook mee aan datatransport in DVB-bitstromen. Dit maakt het voor exploitanten mogelijk om bijvoorbeeld software te downloaden via satelliet, kabel en ether, Internetdiensten te leveren via uitzendkanalen of interactieve televisie te leveren.
Behalve de traditionele broadcasting (het uitzenden) levert DVB verschillende toegevoegde diensten. Dit betreft niet alleen diensten, die zijn gerelateerd aan broadcasting, zoals systeeminformatie en ondertiteling, maar ook bijvoorbeeld verschillende interactieve diensten. Door het integreren van deze interactieve diensten heeft DVB zich in feite toegang verschaft tot de telecommunicatiesector. Vandaar dat DVB door het combineren van de traditionele broadcasting met telecommunicatiediensten een ware revolutie heeft veroorzaakt.
Het aannemen door DAVIC en ITU van de DVB-specificaties heeft de mogelijkheid dat deze specificaties als wereldstandaarden worden erkend, aanzienlijk vergroot.

DVB-standaarden

Inleiding

Al dat vergaderen heeft een aantal DVB-standaarden opgeleverd, waarvan wij er al een paar in de inleiding hebben aangestipt. De DVB-standaard biedt echter veel meer!

3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial

DVB-S

DVB-S is de DVB-standaard, die is ontwikkeld voor satellietcommunicatie. De informatiestroom wordt door middel van kanaalaanpassing geschikt gemaakt voor het transporteren via het medium satelliet. Satellietsignalen kunnen ook op een CATV head-end worden afgeleverd. Na kanaalaanpassing kunnen ze dan verder worden verwerkt. Deze standaard wordt beschreven in ETS 300 42 1.
Sublieme beeld- en geluidskwaliteit zijn mogelijk over hele continenten via een enkele frequentie. Hierdoor kan de beschikbare bandbreedte optimaal benut worden. Het grote nadeel is dat u voor satellietontvangst uiteraard een line of sight verbinding nodig heeft tussen uw schotelantenne en de satelliet. Enerzijds moet de antenne op de satelliet gericht staan met een kleine foutmarge (ca. 6°), anderzijds moet ze die satelliet ook kunnen "zien", met andere woorden, er mogen geen gebouwen of andere obstakels in de weg staan.
Een verbeterde versie van DVB-S is de opvolger DVB-S2. Hierin zijn talloze verbeteringen verwerkt, waardoor onder andere de capaciteit met 20% tot 30% is toegenomen. Ook is de nieuwe standaard beter geschikt voor het doorgeven van internetverkeer (TCP/IP). Een nadeel is echter dat er nieuwe apparatuur nodig is. Ook settop boxen zullen vervangen moeten worden. Dit betekent dat DVB-S2 in de praktijk vooral voor nieuwe toepassingen zoals HDTV gebruikt zal worden. De apparatuur in de grondstations en in de nieuwste satellieten zijn inmiddels al gebruikt voor het doorsturen van DVB-S2 HDTV-signalen van het WK Voetbal in Duitsland in 2006.
Als DVB-S2-signalen worden toegepast in combinatie met de nieuwste compressietechnieken, is ruwweg dezelfde capaciteit nodig als bij standaard kwaliteit digitale televisie met de bestaande compressietechnieken.

DVB-C

DVB-C is de standaard, die is ontwikkeld voor kabelcommunicatie. Het DVB-C kabelsysteem is gebaseerd op DVB-S, behalve de toegepaste modulatiemethode, die namelijk QAM is in plaats van QPSK. Het systeem is gebaseerd op 64-QAM, maar kan ook werken op een lager niveau (16-QAM of 32-QAM) of op een hoger niveau (128-QAM of 256-QAM). DVB-S is beschreven in ETS 300 429.
DVB-C is in de eerste plaats bedoeld om via compressie meer zenders te kunnen doorsturen over de bandbreedte van analoge TV en dus zonder de bestaande kabelnetten om te bouwen. Op dit moment erkent de "Federal Communications Commission" (FCC) 60 analoge televisiekanalen (2-12 en 21-69) met een bandbreedte van 7 of 8 MHz per kanaal.
De bandbreedte van de Europese kabeltelevisienetwerken voor de doorgifte van signalen naar de klant loopt van 80 MHz tot 860 MHz. Deze bandbreedte kan gebruikt worden voor het transport van FM-radiosignalen, analoge (PAL) en digitale (DVB-C) televisiesignalen en EuroDOCSIS-signalen (voor internet en telefonie) over de kabel. Doordat de FM-radio in het gebied van 80 MHz tot en met 108 MHz wordt doorgegeven blijft voor doorgifte van DVB-C het gebied van 108 MHz tot en met 862 MHz over. Hierbinnen gelden voor bepaalde frequenties echter ook beperkingen.
In een standaard 8 MHz kanaal past een analoog televisiesignaal of een DVB-C-/EuroDOCSIS signaal met een capaciteit van 42 Mbit/s. Daarmee kun-

3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial

nen, afhankelijk van de gewenste kwaliteit, ongeveer zes digitale televisiekanalen worden getransporteerd.

DVB-T

DVB-T is de standaard, die is ontwikkeld voor het uitzenden van digitale televisiesignalen via de ether. De standaard beschrijft de kanaalcodering en het modulatiesysteem, dat dient voor diensten zoals:

- LDTV:
  Limited Definition Television;
- SDTV:
  Standard Definition Television;
- EDTV:
  Enhanced Definition Television;
- HDTV:
  High Definition Television.

DVB-T is gebaseerd op Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), een techniek voor het transporteren van digitale signalen via het ethersysteem. OFDM is een "multicarrier" transmissietechniek, die wordt toegepast bij Digital Audio Broadcasting (DAB). Het kenmerk hiervan is, dat alle aangrenzende draaggolffrequenties orthogonaal zijn gepolariseerd. Deze standaard wordt beschreven in ETS 300 744.

Door gebruik van digitale techniek is bij voldoende signaal de ontvangst prima. Ruis (sneeuw) en reflecties (dubbele beelden) komen niet meer voor. Als er te weinig ontvangsignaal is bevriest het beeld of wordt het zwart, maar door het gebruik van sterke digitale compressietechnieken kan de beeldkwaliteit lager worden dan bij DVB-S of zelfs analoge TV. De uitgestuurde vermogens bij DVB-T hebben slechts een fractie van de energie nodig vergeleken met analoge uitzendingen voor een zelfde dekkingsgebied. Het is vrijwel de enige TV-standaard die comfortabel te bekijken is in een rijdende auto. Er is nog een hele reeks technische voordelen, waaronder de mogelijkheid om steunzenders op dezelfde frequentie te laten sturen zodat er tijdens lange autoritten niet gezapt hoeft te worden. Een ander groot voordeel is dat een viertal televisiezenders uitgezonden wordt op de bandbreedte die één analoog televisiekanaal in beslag neemt.

DVB-H

DVB-H(andheld) is een standaard die in het voorjaar van 2006 is toegevoegd aan het systeem. Het laatste deel van de standaard, geproduceerd door de CBMS-werkgroep, is eind 2005 ter goedkeuring voorgedragen. Op fysiek niveau is er weinig verschil met DVB-T maar het systeem is geoptimaliseerd voor mobiel gebruik en ontvangst op handhelds, zoals mobiele telefoons en Personal Digital Assistants (PDA's). Door enkele wijzigingen ten opzichte van de DVB-T standaard slaagt men erin met slechts één antenne en beperkt stroomverbruik toch mobiele ontvangst te hebben. Op linklayer niveau en hoger zijn er grote verschillen. Ten opzichte van de andere DVB-standaarden is een totaal nieuwe servicestructuur gedefinieerd, die nog slechts ten dele is afgebeeld op de SI (Service Informatie) in de transportstroom. Door de wijzigingen in de standaard kunnen DVB-T ontvangers helaas geen DVB-H ontvangen. In 2006 heeft Nokia een mobieltje met DVB-H op de markt gebracht. DVB-H kan een betere kwaliteit bieden dan UMTS. Hoe DVB-H uitgezonden zal worden is nog onduidelijk. Er zijn een aantal opties. Het opzetten van een extra DVB-H zender netwerk is natuurlijk de eerste, maar duurste optie. Probleem hierbij is het toekennen van

3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial

het nieuwe frequentiespectrum in de reeds zeer druk bezette ether. Een tweede mogelijkheid is het toevoegen van DVB-H services aan een DVB-T transportstroom. De laatste mogelijkheid is het toepassen van hiërarchische modulatie op bestaande DVB-T zenders. Het high priority kanaal zou dan gebruikt kunnen worden voor DVB-H. Het nadeel voor alle opties is dat het ten koste gaat van de capaciteit gereserveerd voor DVB-T. Met behulp van een beperkt aantal zendmasten (in vergelijking met het aantal benodigde UMTS zendmasten) kan een geheel land als België of Nederland gedekt worden.

DVB-CS (SMATV)
Het "Satellite Master Antenna Television" (SMATV) systeem is gedefinieerd als een systeem, dat is bedoeld voor de distributie van televisie- en geluidsignalen naar huishoudens, die vlak bij elkaar zijn gelokaliseerd (rijtjeswoningen en flats). Deze signalen worden ontvangen door een satellietantenne en kunnen worden gecombineerd met TV-signalen via de ether. Een SMATV-systeem is een middel voor het delen van dezelfde hulpmiddelen door verschillende gebruikers voor ontvangst via de satelliet en televisie via de ether. Dit maakt het mogelijk om eenvoudige en goedkopere head-ends te kunnen toepassen. Deze standaard is beschreven in ETS 300 473.

DVB-MC
Het digitale "Multipoint Distribution System" (MDS), dat gebruik maakt van frequenties in het microgolfgebied (frequenties lager dan 10 GHz), is geschikt voor directe distributie naar woningen en gebouwen. Het is gebaseerd op DVB-C en biedt zodoende de mogelijkheid een gemeenschappelijke ontvanger toe te passen voor zowel kabeltransmissie als deze vorm van transmissie. Voor meer informatie wordt verwezen naar ETS 300 749.

DVB-MS
Het digitale MDS, dat frequenties toepast in het microgolfgebied (frequenties hoger dan 10 GHz), is geschikt voor directe distributie naar woningen en gebouwen. Het is gebaseerd op DVB-S. DVB-MS-signalen kunnen zodoende worden ontvangen door DVB-S satellietontvangers, die voorzien moeten zijn van een kleine "Microwave Multipoint Distribution Service" (MMDS) frequentieconverter, die de voorkeur heeft boven een satellietschotel. Voor meer informatie wordt verwezen naar ETS 300 748.

DVB-RCC
Deze standaard, beschreven in ETS 300 800, beschrijft de retourkanalen in een CATV-systeem voor interactieve toepassingen.

DVB-NIP
In ETS 300 801 worden netwerkonafhankelijke interactieve protocollen gedefinieerd.

DVB-RCT
Beschrijft de retourkanalen in ISDN-systemen, zie ook ETS 300 802.

DVB-I
Beschrijft, aan de hand van ETS 300 813 en ETS 300 814, de interfaces vanuit het systeem naar PHD- en SDH-netwerken.

DVB-CI
Deze standaard beschrijft een gemeenschappelijke interface voor Conditional

3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial

Access en andere applicaties. In het algemeen is een CA-systeem een systeem dat gebruikers toegang verschaft, wanneer aan bepaalde eisen is voldaan. Deze eisen kunnen bijvoorbeeld betrekking hebben op identificatie, authenticatie (bevestiging), autorisatie (bevoegdheid), registratie, afrekening (payment billing) of een combinatie hiervan. Een van de technologieën om te voorkomen dat onbevoegden toegang krijgen tot bepaalde diensten is encryptie. Binnen het DVB-project hebben specialisten op het gebied van CA het "Common Scrambling Algorithm" (CSA) ontwikkeld. Dit is een symmetrisch versleutelingsalgoritme, de sleutel om te ontcijferen verandert iedere paar seconden. Hoe men aan deze sleutel komt, is niet gestandaardiseerd. Hier bestaan meerdere algoritmen voor zodat men, als een algoritme gekraakt wordt, eenvoudig op een ander systeem over kan stappen. Deze algoritmen zenden de sleutels zelf weer vercijferd over speciale datastromen met hun eigen PID's. Een ontvanger zal deze volgens de in praktijk gevolgde werkwijze met behulp van een chipkaart kunnen ontcijferen, waarna men beeld heeft. Voorbeelden van deze cryptografische systemen zijn Irdeto (gebruikt door o.a. IN-DI), Seca, Viaccess, Nagravision (gebruikt door o.a. Telenet).
Er zijn zowel ontvangers te koop waarbij het cryptografische systeem vast in de ontvanger zit als waarbij dit flexibel is. Deze eerste zijn vaak goedkoop en worden veelal gesubsidieerd door de televisieaanbieder. Indien de aanbieder echter overstapt op een ander systeem kan men de ontvanger weggooien.
Een duurdere maar meer zekerder aankoop is een ontvanger met een zogenaamde Common Interface. Hierbij steekt men een PCMCIA-kaart met daarop de logica van het cryptografiesysteem in de ontvanger en steekt de chipkaart in de PCMCIA-kaart. Indien de aanbieder van cryptografiesysteem verandert hoeft men enkel een nieuwe PCMCIA-kaart aan te schaffen.
Met het CSA kunnen op uniforme wijze programma's worden encrypt (gecodeerd). Het CSA vormt de basis voor drie verschillende modellen van CA. Deze modellen zijn:

- Multicrypt;
- Simulcrypt;
- Transcontrol.

Met Transcontrol kunnen CATV-exploitanten de diensten beheren, die gebruikmaken van digitale CA-systemen op lokaal of regionaal niveau. De toepassing van Transcontrol is beperkt tot CATV-exploitanten.
De DVB-CI standaard is vastgelegd in EN 50221.

DVB-SIM
Beschrijft de technische specificaties van het toepassen van Simulcrypt in DVB-systemen.

DVBH-SUB
Beschrijft de manier waarop ondertitels in de digitale datastroom worden ingevoegd. Deze standaard is beschreven in ETS 300 743.

DVB techniek

MPEG-2 compressie
Het beeld van de TV-camera wordt in de studio digitaal opgenomen. Dit levert een signaal op met de zeer grote datarate van 270 Mbit/s. Deze informatie is niet op een economische manier over te

3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial

dragen. Daarom maakt DVB gebruik van videocompressietechnieken. Op dit moment wordt hiervoor de MPEG-2 standaard toegepast, in de toekomst zal eveneens MPEG-4 gebruikt worden. Door deze coderingstechnieken, waarbij bijvoorbeeld alleen de verschillen tussen de opeenvolgende beelden worden overgedragen, kan de bitstroom met een factor 50 tot 100 worden gereduceerd. De maximale reductie wordt bepaald door de vereiste beeldkwaliteit.
Bij de gebruikte compressietechniek MPEG-2 wordt het beeld opgebouwd uit kleine blokjes van 8 bij 8 beeldpunten. Op deze blokjes wordt een zogenaamde discrete cosinus transformatie toegepast waardoor het mogelijk wordt om informatie die niet met het menselijke oog zichtbaar is weg te laten. Als de compressie te ver wordt doorgevoerd, verliest het beeld aan detaillering. Dat wordt zichtbaar in bijvoorbeeld de weergave van gras.
Tenslotte wordt verdere compressie bereikt door achtereenvolgende frames (beelden) met elkaar te vergelijken. Dat gebeurt op basis van blokjes van 16 bij 16 beeldpunten. Zowel de encoder als de decoder hebben een “bewegingsinschatter”. Deze bewegingsinschatter voorspelt hoe het volgende beeld eruit zal gaan zien. De encoder kan op basis van het echte volgende beeld controleren of deze schatting klopt. Als dat zo is, gebeurt er niets, als dat niet zo is dan stuurt de encoder een correctie naar de bewegingschatter van de decoder.
Dit principe is echter zeer gevoelig voor bitfouten tijdens de transmissie. Hierdoor ontstaan de helaas maar al te bekende storende vierkantjes in het beeld, doordat de veranderingen tussen de twee opeenvolgende frames (beelden) niet goed zijn overgekomen bij de decoder.
Ook het geluid wordt gecodeerd, dit volgens MPEG1 layer 2. Hiermee wordt een reductie bereikt van 7 maal ten opzichte van een Audio-CD.
De elementaire MPEG-datastromen worden vervolgens in MPEG-2 transportpakketjes verdeeld. Deze pakketjes hebben een vaste lengte van 184 byte. Hier wordt vervolgens 4 byte aan headerinformatie toegevoegd, waaronder het uit 14 bit bestaande streamnummer, de PID. Het resultaat zijn pakketjes met een grootte van 188 byte.

De digitale datastroom

De pakketjes van meerdere televisiekanalen kunnen vervolgens gemultiplext worden, dat wil zeggen dat ze afwisselend achter elkaar worden geplaatst. Dit levert een MPEG-transport datastroom op. Deze datastroom wordt vervolgens over één van de mogelijke DVB-standaarden, zoals DVB-S, DVB-C of DVB-T uitgezonden.
Naast de beeld- en geluidstromen wordt nog extra data toegevoegd. Ook deze gegevens worden in pakketjes van 188 bytes gezet. Belangrijk is de PAT, de Program Association Table, die een overzicht biedt van alle programma’s die in de MPEG-transport datastroom uitgezonden worden, en de PMT, die aangeeft uit welke PID’s een zender bestaat.
Extra diensten die met een zender meegestuurd kunnen worden zijn bijvoorbeeld een elektronische programmagids en teletekst. Ook deze worden in de PAT vermeld.

Het systeemmodel

Behalve het aanbieden van diensten via een passief medium, zoals bijvoorbeeld

3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial

televisie, willen kabelexploitanten ook interactieve diensten aanbieden via de kabel. DVB voorzag in deze behoefte en adopteerde de DAVIC kabelmodem standaard. Dit werd de ETS 300 800 standaard, die het retourpad via de kabel beschrijft.
DVB heeft gekozen om niet voor elk broadcast systeem een oplossing voor een retourkanaal te creëren. DVB heeft voor de hogere OSI-lagen netwerk onafhankelijke protocollen voor interactieve diensten ontwikkeld. Standaard ETS 300 802 beschrijft de OSI-lagen 1 tot en met 4. Toch zijn er op transport- en fysiek niveau verschillende standaarden gespecificeerd voor de verschillende netwerkconfiguraties. Een van deze standaarden is ETS 300 800 (lagen 1 en 2 van OSI), die het retourpad (netwerk afhankelijke protocollen) beschrijft via CATV-netwerken. Het "interactive services model" van DVB maakt gebruik van een interactieve settop box. Hiermee kan ook een kabelmodem worden bedoeld.
Voor interactieve diensten hanteert DVB een systeemmodel. In dit model kunt u tussen de kabelexploitant (service provider) en de gebruiker twee kanalen onderscheiden, namelijk het "broadcast channel" (BC) en het "interaction channel" (IC).

Broadcast channel (BC)
Het broadcast channel is een unidirectioneel breedbandig kanaal, dat video, audio en data kan voeren. Dit kanaal loopt van provider naar gebruikers.

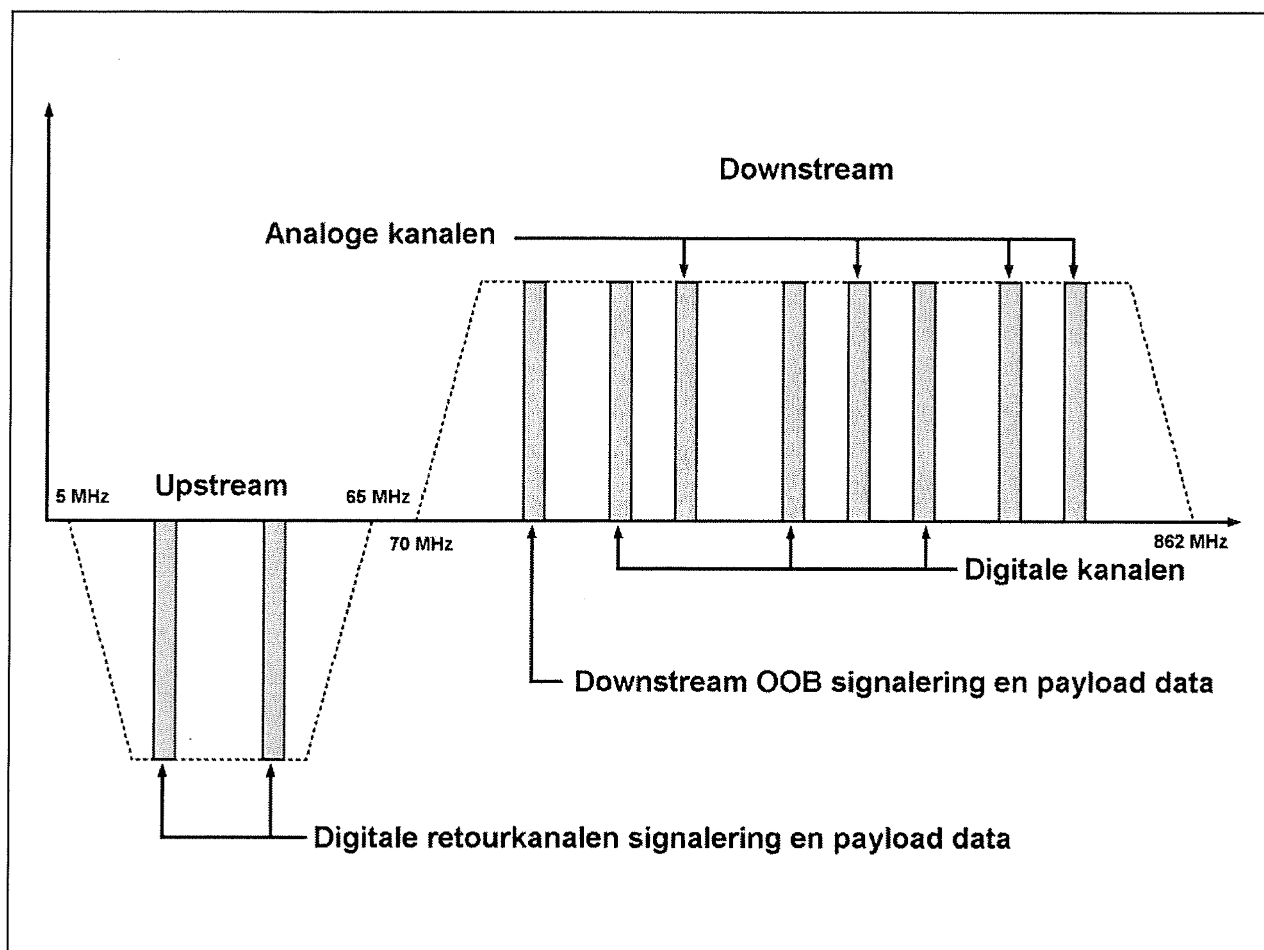
Interaction channel (IC)
Het "interaction channel" is een bidirectioneel kanaal dat wordt toegepast tussen de provider en de gebruiker voor interactie. Dit kanaal kan bestaan uit:

- Forward interaction path
  Dit pad loopt van de provider naar de gebruiker en wordt toegepast voor het aanbieden van informatie en andere vereiste communicatie voor interactieve diensten. Dit pad is in sommige implementaties (broadcasting, settop boxen) niet altijd noodzakelijk.
- Return interaction path
  Dit pad loopt van de gebruiker naar de provider en wordt toegepast voor verzoeken aan de provider, voor het geven van antwoorden en voor signalering. Dit smalbandige kanaal wordt ook wel return channel genoemd.

Downstream
Binnen de downstream kan men twee methoden onderscheiden:
- Out-of-Band (OOB);
- In-Band (IB).

Out-of-Band (OOB)
Een settop box heeft één kanaal voor broadcasting (en eventueel voor dataoverdracht met hoge bitsnelheid) en een apart kanaal voor signalering en eventueel voor data-overdracht met lage bitsnelheid. Dit wordt Out-Of-Band (OOB) genoemd. Bij OOB loopt de broadcasting via het "broadcast channel" en de signalering via het "forward interaction path", zie figuur 5/3.18-3.
De analoge kanalen hebben een bandbreedte van 8 MHz. Ieder kanaal bevat één TV-zender. De digitale kanalen hebben ook een bandbreedte van 8 MHz. Door DVB toe te passen, kunnen er nu vijf TV-zenders in ieder kanaal worden ondergebracht. Het kan ook voorkomen dat zo'n kanaal slechts ten dele wordt toegepast voor "digital broadcasting". De rest van het kanaal kan dan worden gebruikt voor data-overdracht.

3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial



Figuur 5/3.18-3: Het frequentiebereik van OOB.

Ook kan een kanaal volledig voor dataoverdracht worden toegepast. De smalle band is dus voor signalering en dataoverdracht op lage snelheid. Deze kanalen zijn 1 of 2 MHz breed en bevinden zich meestal in de 70 MHz tot 862 MHz band.
Bij OOB wordt Quaternary Phase Shift Keying (QPSK) toegepast. Hierbij is bij een kanaalbreedte van 1 MHz een transmissiesnelheid van 1,544 Mbit/s mogelijk en bij een kanaalbreedte van 2 MHz een snelheid van 3,088 Mbit/s.
Elk downstream-kanaal bevat een synchronisatie-frame, dat wordt gebruikt door acht verschillende upstreamkanalen. De frequenties hiervan worden aangegeven door het Media Access Control (MAC) protocol.
Voordat de datastroom via de kabel kan worden getransporteerd, ondergaat het signaal eerst de volgende bewerkingen:
- Error correction;
- Framing;
- Byte to m-tuple conversion;
- Randomization for energy dispersal;
- Mapping and modulation.

Error correction
Voor de noodzakelijke foutcorrectie is er een Reed-Solomon (RS) code opgenomen. Deze code voegt een klein RS-bitpatroon toe aan elk te transporteren pakket. Het doel hiervan is het verkrij-

3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial

gen van een tegen fouten beschermd pakket.

Framing
Voor het voorwaartse (upstream) interactieve pad kunnen twee verschillende bitsnelheden worden toegepast, namelijk 1,544 Mbit/s en 3,088 Mbit/s. De implementatie van een van beide snelheden is verplicht. DVB heeft een OOB-signaleringsframe formaat vastgesteld, waarbij de framelengte 193 bit lang is. Hierbij is een bit gereserveerd voor overhead en de overige 192 bit (24 byte) vormen de payload. Een uitgebreider "Superframe" bestaat uit 4.632 bit (24 x 193 bit, 24 frames). De structuur van de payload bevat combinaties van een ATM-cel (53 byte) en de daarmee corresponderende RS-pariteitswaarden (2 byte). De RS-waarde zorgt voor de correctie van één foutief byte per ATM-cel.

Byte to m-tuple conversion
Deze eenheid zorgt voor het converteren van bytes naar Quadrature Amplitude Modulation (QAM) symbolen. Wanneer men bijvoorbeeld 16-QAM (24-QAM) toepast, dan moeten de 8 bit (1 byte) worden omgezet in symbolen van 4 bit. Een byte levert dan twee symbolen van 4 bit op.

Randomization for energy dispersal
Na het toevoegen van de Forward Error Correction (FEC) bytes, wordt alle 1,544 Mbit/s data door een zes bit breed Linear Feedback Shift Register (LFSR) randomizer gestuurd. Dit is noodzakelijk voor het verkrijgen van een willekeurige distributie van enen en nullen ten behoeve van klokextractie. Het toegepaste polynoom is $x^6 + x^5 + 1$. De byte-conversie begint bij het meest significante bit (MSB). Een zelfsynchroniserende de-randomizer in de ontvanger zorgt voor het reconstrueren van de gegevens.

Mapping en modulation
Quaternary Phase Shift Keying (QPSK) systemen vereisen de toepassing van "differential encoding" en de daarbij behorende "differential detection". Dit wordt toegepast, omdat ontvangers geen methode hebben om te bepalen of een ontvangen signaal een sinus of een cosinus is. Daarnaast geldt dat de polariteit van het signaal niet eenduidig is vast te stellen.
Differential encoding zendt de informatie over in gecodeerde faseverschillen van de opeenvolgende signalen. De modulator verwerkt de binaire symbolen om differential encoding te realiseren en stuurt vervolgens de absolute fases over. Differential encoding bepaalt in welk quadrant de symbolen moeten worden geplaatst en wordt op digitaal niveau uitgevoerd.

In-Band (IB)
Bij kabelmodems wordt er voor zowel data als signalering gebruik gemaakt van een en hetzelfde kanaal. Deze methode wordt In-Band (IB) genoemd. De data en de signalering gaan via het "forward interaction path", dat meestal is geplaatst in de 70 MHz tot 862 MHz band. Downstream IB werkt volgens de standaard DVB-C. Bij IB wordt Quadrature Amplitude Modulation (QAM) toegepast. Bij toepassing van 64-QAM en een kanaalbreedte van 8 MHz is een transmissiesnelheid van ongeveer 38,5 Mbit/s mogelijk. Downstream IB-kanalen zenden MPEG-2 TS-pakketten met een specifieke Packet Identifier (PID) voor het synchroniseren van de upstream-sloten.

3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial

Voordat de data op de kabel wordt geplaatst, worden de volgende stappen uitgevoerd:
- Randomization met polynoom $x^{15} + x^{14} + 1$;
- Error correction (foutcorrectie);
- Interleaving;
- Byte to m-tuple conversion;
- Differential encoding;
- Mapping and modulation.

Een aantal stappen is reeds aan de orde geweest in out-of-band, daarom wordt nu alleen ingegaan op "Interleaving".

Interleaving
Tijdens de transmissie kunnen er burstfouten optreden, waardoor de inzet van foutcorrectie niet voldoende is. Door midden van een interleaving-proces worden opeenvolgende symbolen gescheiden. Hierdoor worden de pakketten opgedeeld in individuele fouten, die dan weer kunnen worden gecorrigeerd door de RS-decoder aan de ontvangstzijde.

De upstream
Zowel de settop box als de kabelmodem maken gebruik van een return interaction channel (retourpad), dat zowel geschikt is voor signalering als voor data. Het upstream-verkeer vindt plaats in de 5 MHz tot 65 MHz band. Upstreamkanalen zijn verdeeld in kanalen met een bandbreedte van 200 kHz, 1 MHz of 2 MHz.
Bij toepassing van QPSK-modulatie kunnen snelheden van 256 kbit/s, 1,544 Mbit/s en 3,088 Mbit/s worden behaald. Het upstream-verkeer is verdeeld in tijdsloten, die door verschillende gebruikers kunnen worden gebruikt. Hierbij wordt Time Division Multiple Access (TDMA) toegepast. Een downstreamkanaal wordt gebruikt voor het synchroniseren van maximaal acht upstreamkanalen. Een kopie van een teller in het head-end wordt regelmatig naar de aanwezige kabelmodems gestuurd om ervoor te zorgen dat de modems met dezelfde klok werken.
Bij het upstream-verkeer zijn drie modi mogelijk:
- Contention access:
  De gebruiker mag op elk gewenst tijdstip informatie verzenden, echter met het risico van een botsing met ander verkeer.
- Fixed-rate access:
  De gebruiker heeft in elk frame één of meerdere vaste tijdsloten gereserveerd.
- Reservation access:
  De gebruiker doet een verzoek aan het systeem voor meer tijdsloten dan aanvankelijk waren gereserveerd.

Upstream-framing bestaat uit pakketten van 512 bit (256 symbolen) die in de bursty mode door de op het netwerk aanwezige gebruikers worden verzonden. De snelheid bedraagt:
- 6000 upstream-sloten per seconde bij een upstream datasnelheid van 3,088 Mbit/s;
- 3000 sloten per seconde bij een upstream datasnelheid van 1,544 Mbit/s;
- 500 sloten per seconde bij een upstream snelheid 256 kbit/s.

De belangrijkste stappen die nodig zijn om de datastroom aan te passen zijn:
- Error correction;
- Byte to m-tuple conversion;
- Randomization for energy dispersal;
- Addition of an unique word;
- Mapping and modulation.

Behalve "Addition of an unique word" zijn alle andere stappen reeds in voorgaande subparagrafen behandeld.

3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial

Addition off an unique word
De verschillende gebruikers zenden hun pakketten onafhankelijk van elkaar uit. Dit betekent dat het TDMA-verkeer uit een set van "bursts" bestaat, die is afgeleid van het aantal gebruikers. Het TDMA-systeem zendt periodiek een of meerdere upstream-bursts binnen frames met een vaste tijdsduur. Normaal bevat elk frame twee zogenaamde "reference bursts", die bedoeld zijn voor timing, "traffic bursts" die digitale informatie bevatten en een "guard time" die tussen de bursts in zit voor het vermijden van interferentie tussen opeenvolgende kanalen.
Een "unique word", dat zich in de reference burst bevindt, geeft aan waar de traffic burst in het frame zit. De traffic burst bevat dus de digitale informatie. Zonder dit unique word gaat de gehele traffic burst verloren. Een foutieve detectie van dit unique word resulteert in een niet gesynchroniseerde transmissie, waardoor een overlap met andere bursts ontstaat. Het unique word bestaat uit een dataveld van 32 bit, dat door de demodulator wordt getriggerd voor het demoduleren van de burst. Zonder dit unique word kan de demodulator gemakkelijk beginnen met het demoduleren van verschillende ruissignalen. De demodulator is dan al bezig, terwijl de eigenlijke data nog moet aankomen. Ook zorgt het unique word bij elke burst voor synchronisatie.

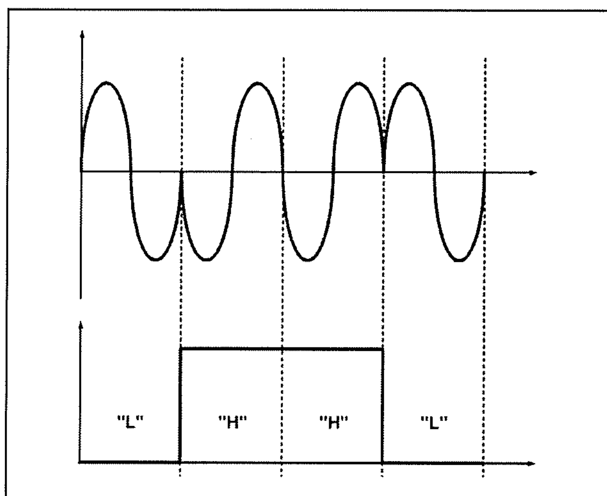
QPSK en QAM

Inleiding
De afkortingen QPSK en QAM zijn reeds een paar maal neergeschreven en het wordt dus tijd dat wij die begrippen even toelichten. Om een digitale bitstroom over een kabel te versturen, moet er modulatie worden toegepast op de draaggolf. Dat is een sinusvormig signaal en sinusvormige signalen kunnen op verschillende manieren worden gemoduleerd. U kent natuurlijk AM, amplitude modulatie en FM, frequentiemodulatie. Bij DVB wordt gebruik gemaakt van een combinatie van amplitude- en fasemodulatie. Dit kan op verschillende manieren worden gerealiseerd, die we later zullen bespreken.
Maar allereerst iets over de snelheid waarop wordt gemoduleerd. Op een draaggolf met een breedte van bijvoorbeeld 8 MHz kan een bepaalde snelheid worden behaald. Hierbij spreekt men van symbolen (elementen) per seconde. Een symbool vertegenwoordigt een toestand waarin het signaal zich op vaste tijdsintervallen bevindt. Hoe het signaal wordt gemoduleerd, staat los van het aantal symbolen dat per seconde kan worden verzonden.

BPSK
De eenvoudigste methode om een digitale datastroom te moduleren op een draaggolf is Binary Phase Shift Keying (BPSK). Bij deze modulatiemethode zijn er twee toestanden mogelijk, namelijk 0° en 180° fasedraaiing van het signaal ten opzichte van een referentie. Aan iedere fasedraaiingstoestand wordt een binaire toestand toegekend, bijvoorbeeld 0° komt overeen met "L" en 180° komt overeen met "H". Deze modulatiemethode is voorgesteld in figuur 5/3.18-4.
In dit voorbeeld worden vier bits, respectievelijk "L", "H", "H" en "L", gemoduleerd door de fase van de perioden van de draaggolf over 180° te draaien. Het voordeel van dit systeem is dat een fase-

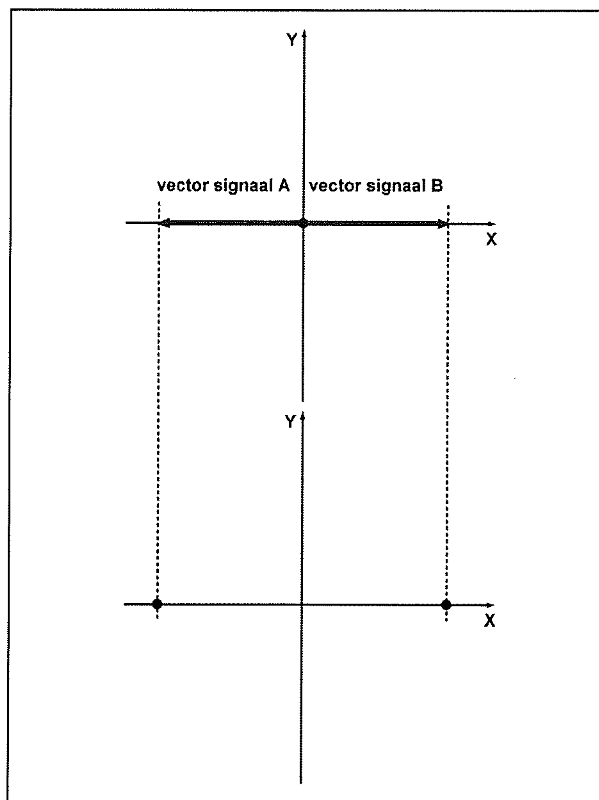
3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial

draaiing van 180° steeds goed te herkennen is door de demodulator, zelfs in een storingsrijke omgeving. Het nadeel is natuurlijk dat de snelheid bijzonder laag is. Bij BPSK is de symboolsnelheid (modulatiesnelheid) gelijk aan de bitsnelheid (een bit per symbool).



Figuur 5/3.18-4: De eenvoudigste methode om binaire signalen te moduleren op een draaggolf is BPSK.

Figuur 5/3.18-4 kan eenvoudiger op een symbolische manier worden voorgesteld onder de vorm van figuur 5/3.18-5. Hierin worden de twee toestanden van het gemoduleerde signaal voorgesteld in een assenkruis dat een horizontale X-as heeft en een verticale Y-as. In dit assenstelsel kunnen de toestanden van het gemoduleerde signaal worden voorgesteld door vectoren. De lengte van de vector komt overeen met de amplitude van het signaal, de hoek van de vector met de fasedraaiing ten opzichte van de gekozen referentie. Het enige verschil tussen beide toestanden is een tegengestelde fase, hetgeen wordt voorgesteld door twee even grote vectoren, die echter onder een hoek van 180° staan.



Figuur 5/3.18-5: Een vereenvoudigde symbolische voorstelling van de modulatie van figuur 5/3.18-4.

Nu is het natuurlijk niet noodzakelijk de gehele vector te tekenen om de fase- en amplitudetoestand van het gemoduleerde signaal te beschrijven. Een bolletje, dat overeen komt met de pijlpunt van de vector, volstaat. De symbolische voorstelling van de toestanden van het gemoduleerde signaal kan dus nog meer vereenvoudigd worden tot twee bolletjes op de X-as, die even ver van het nulpunt liggen.

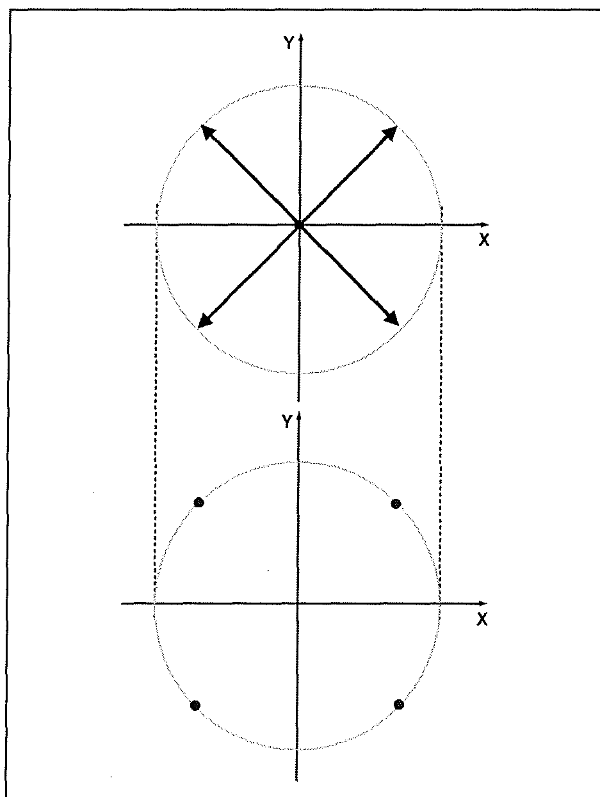
QPSK

Een andere modulatiemethode is Quaternary Phase Shift Keying (QPSK). Deze modulatiemethode verdraait de fase van het te verzenden signaal in stappen van 90°. Er zijn nu dus vier toestanden van

3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial

het gemoduleerd signaal mogelijk en omdat er maar twee soorten bits zijn, "L" en "H" is het mogelijk om bitcombinaties aan deze vier toestanden te koppelen, bijvoorbeeld:

- fasedraaiing 0°:
  representeert de bitvolgorde "L"-"L"
- fasedraaiing 90°:
  representeert de bitvolgorde "L"-"H"
- fasedraaiing 180°:
  representeert de bitvolgorde "H"-"L"
- fasedraaiing 270°:
  representeert de bitvolgorde "H"-"H"



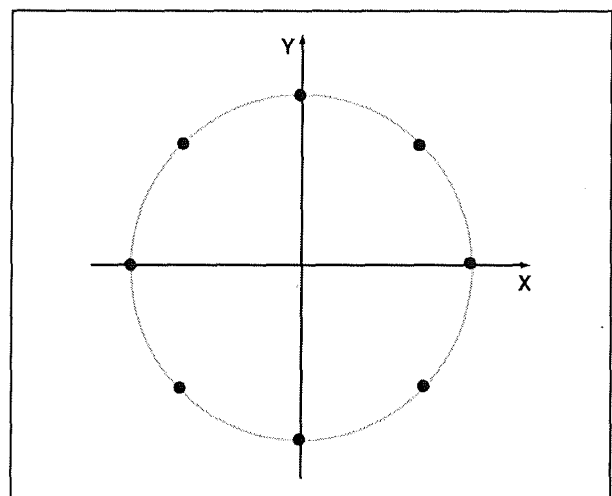
Figuur 5/3.18-6: De grafische voorstelling van QPSK.

Het zal duidelijk zijn dat bij deze modulatiemethode de snelheid van het versturen van de binaire gegevens aanmerkelijk hoger ligt. Er kunnen nu immers twee bit per symbool worden verstuurd. Symbolisch kunnen wij deze modulatiemethode voorstellen door figuur 5/3.18-6, dus door vier vectoren die even groot zijn (er verandert niets aan de amplitude van de signalen), maar die een onderlinge hoek maken van 90°. Ook nu is het niet noodzakelijk de volledige vectoren te tekenen, vier bolletjes op de pijlpunten van de vectoren volstaan.

QPSK wordt bij beide kabelmodem standaarden toegepast voor de upstream van data. Het is een zeer krachtige modulatiemethode, die tegen een grote hoeveelheid ruis en storing kan, omdat er maar vier toestanden van het gemoduleerde signaal zijn te herkennen.

8-PSK

Door de fasemodulatie van het gemoduleerde signaal in stappen van 45° te laten verlopen, kunnen nog meer toestanden worden gecreëerd, zie figuur 5/3.18-7. Het systeem wordt weliswaar gevoeliger voor storingen, maar men kan meer bits per symbool versturen, namelijk drie.

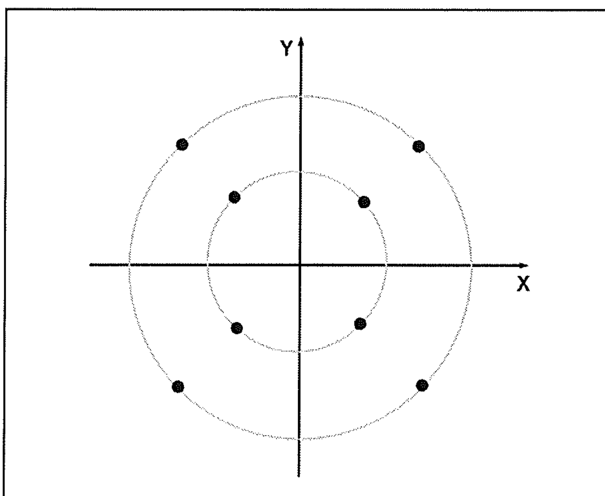


Figuur 5/3.18-7: De symbolische voorstelling van 8-PSK.

8-QAM

Een andere modulatiemethode om ook drie bits per symbool te kunnen verstu-

ren is Quadrature Amplitude Modulation (QAM). Bij QAM wordt niet alleen de fase verdraaid, maar ook de amplitude veranderd. De meest eenvoudige vorm van deze modulatiemethode is 8-QAM, symbolisch voorgesteld in figuur 5/3.18-8.
Hierbij zijn weer vier faseverdraaiingen te herkennen. Per faseverdraaiing is echter een variatie in amplitude mogelijk. Zo kunnen extra toestanden, die dichter bij het nulpunt liggen, worden gerealiseerd. Het aantal mogelijke toestanden is hierbij eveneens acht, waardoor er per symbool drie bits kunnen worden verzonden.
Er zijn nu vier even grote vectoren die de toestanden weergeven met fasedraaiing, maar met maximale amplitude. De vier kleinere vectoren geven de vier overige toestanden weer, met fasedraaiing en met gereduceerde amplitude.

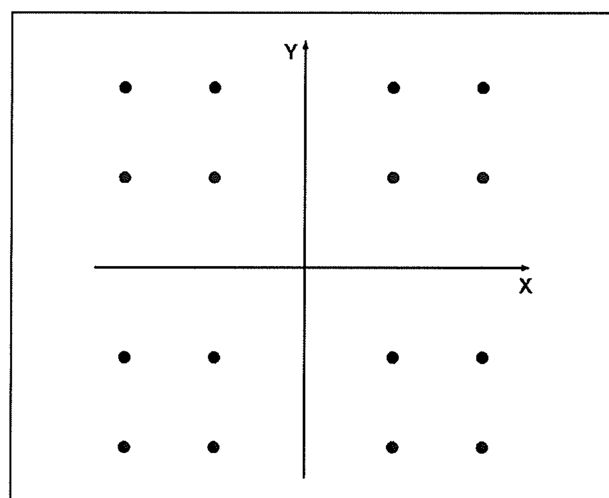


Figuur 5/3.18-8: De symbolische voorstelling van 8-QAM.

16-QAM

Om het aantal bit per symbool verder op te voeren, moeten er meerdere fases en amplitudes worden toegekend. Hiermee wordt bijvoorbeeld 16-QAM verkregen.

Bij 16-QAM kunnen zestien verschillende toestanden worden onderscheiden, waardoor er vier bits per symbool kunnen worden verstuurd. In figuur 5/3.18-9 is deze modulatiemethode symbolisch voorgesteld. Het volledige modulatieschema wordt nu voorgesteld door 16 puntjes, die de pijlpunten van de zestien signaalvectoren voorstellen. U ziet dat er gebruik wordt gemaakt van vier fasetoestanden en vier amplitudetoestanden. Vandaar dat de vectoren vier verschillende lengtes hebben.



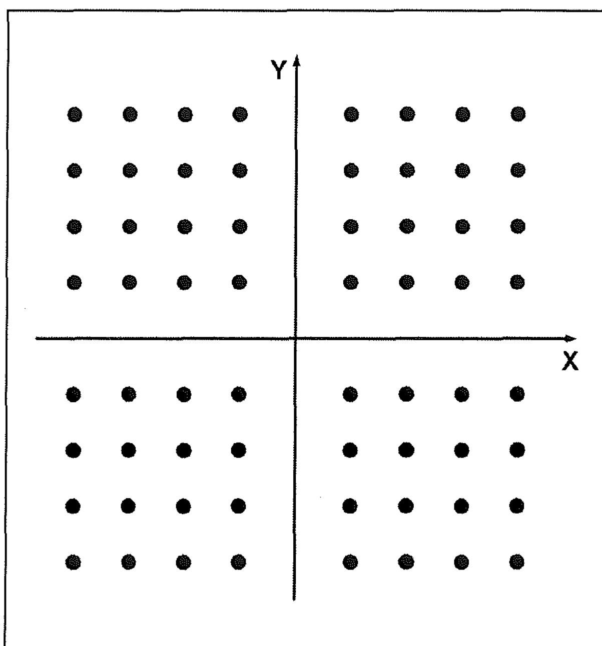
Figuur 5/3.18-9: Symbolische voorstelling van 16-QAM.

64-QAM

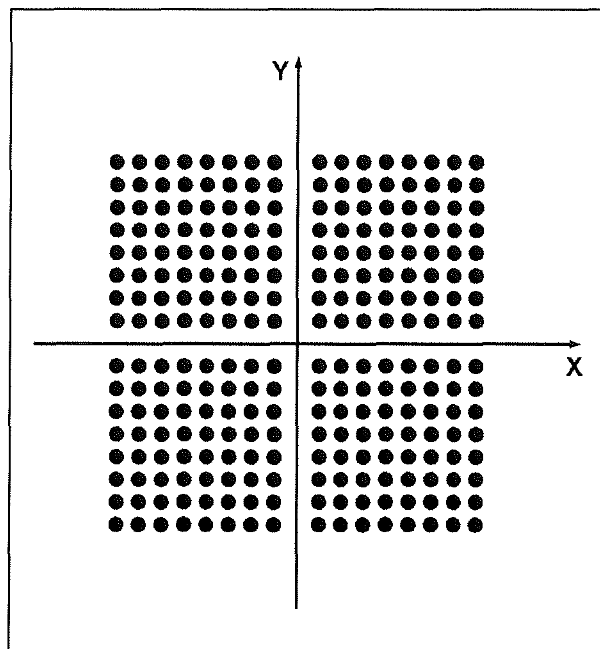
De volgende stap van moduleren is 64-QAM (figuur 5/3.18-10). Hierbij kunnen 64 verschillende toestanden worden gecodeerd, waardoor er zes bits per symbool kunnen worden verzonden. Dit is een zeer efficiënte manier voor het verzenden van digitale data. Deze modulatiemethode wordt dan ook bij de downstream van beide kabelmodem standaarden toegepast. Deze methode is wel voor de downstream, maar niet voor de upstream mogelijk, omdat bij de downstream tussenversterkers worden toege-

3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial

past, waardoor het signaal in een betere conditie bij de eindgebruiker kan worden afgeleverd.



Figuur 5/3.18-10: De symbolische voorstelling van 64-QAM.



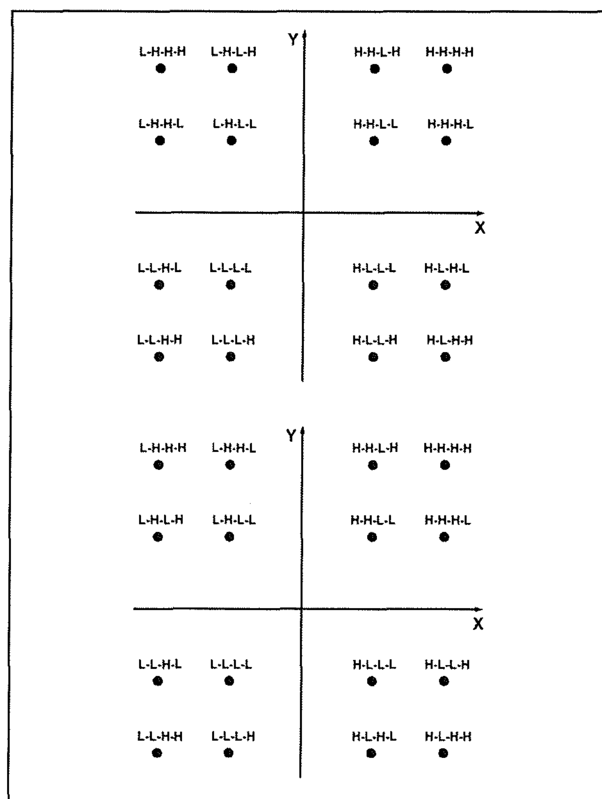
Figuur 5/3.18-11: De symbolische voorstelling van 256-QAM.

256-QAM

Tegenwoordig wordt ook 256-QAM toegepast, hetgeen weer een opwaardering is van het aantal aan te nemen toestanden in het diagram (zie figuur 5/3.18-11). Deze modulatiemethode is de hoogste die wordt toegepast bij kabelmodems en daarmee ook de gevoeligste van de modulatiemethoden. Het signaal moet behoorlijk zuiver zijn voor een foutloze toestandsherkenning. Met deze modulatiemethode kunnen er, doordat er 256 mogelijkheden zijn, acht bit per symbool worden verstuurd. Dit komt dus overeen met één byte per symbool.

Invulling van de symbolen

De invulling van de symbolen met bits kan op twee manieren geschieden. Neem bijvoorbeeld 16-QAM.



Figuur 5/3.18-12: Het verschil tussen Grey en differential coded tabellen.

Hierbij kunnen vier bit per symbool worden verstuurd. Er zijn namelijk $2^4 = 16$ verschillende modulatietoestanden mogelijk. Die zestien toestanden moeten worden gekoppeld aan de bitcombinaties "L-L-L-L" tot en met "H-H-H-H". Voor die verdeling bestaan twee systemen, voorgesteld in figuur 5/3.18-12:
- Grey coded tabel;
- Differential coded tabel.

Bij de Grey code tabel (boven) wordt ervoor gezorgd dat zowel tussen de toestanden horizontaal als verticaal er slechts één bit wijzigt. Dit geldt ook tussen de quadranten. Bij de differential coded tabel (onder) wordt binnen het quadrant dezelfde methode gehanteerd, maar tussen de quadranten wordt er draaisymmetrie gehanteerd.

Extra diensten

Inleiding
Door de structuur van DVB in het algemeen en het daarvan afgeleide DVB-T in het bijzonder is het systeem toekomstgericht. Naast de vervanging van het uitzenden van analoge TV-signalen door digitale TV-signalen biedt het systeem de ruimte om een aantal extra diensten aan de gebruiker aan te bieden, die met analoge TV nooit ofte nimmer mogelijk zouden zijn. Wij noemen er een paar van op.

Direct-response TV
De gebruiker kan direct op het uitgezonden programma reageren. Voorbeelden hiervan zijn interactieve TV-quizzen en interactieve reclameboodschappen.

Pay-TV
Door midden van een Conditional Access (CA) systeem wordt bepaald welke gebruikers een bepaald programmapakket mogen bekijken. Dit pakket wordt in gecodeerde vorm gedistribueerd en kan alleen worden gecodeerd met behulp van een settop box.

Pay-Per-View (PPV)
Deze dienst past dezelfde techniek toe als Pay-TV. Het verschil is dat de gebruiker betaalt per programma in plaats van te betalen voor een heel pakket. Voor deze dienst is een retourpad nodig voor het indienen van een verzoek.

Video-on-Demand (VoD)
Deze dienst maakt het de gebruiker mogelijk om een programma, dat is opgeslagen in een databank, aan te vragen op een gewenst tijdstip. De gebruiker heeft de mogelijkheid om functies, zoals stop, door- en terugspoelen, toe te passen op het aangevraagde programma.

Near-Video-on-Demand (NVoD)
Deze dienst is gebaseerd op VoD, echter dit systeem start hetzelfde programma op meerdere kanalen met een pauze tussen twee kanalen. De gebruiker moet nu een korte tijd wachten, alvorens deze het aangevraagde programma kan bekijken.

Interactieve teletext
Bij deze dienst wordt een teletext-pagina naar één gebruiker of naar een groep gebruikers verzonden. Een verzoek voor een pagina kan plaatsvinden via het retourpad.

DVB-T apparatuur

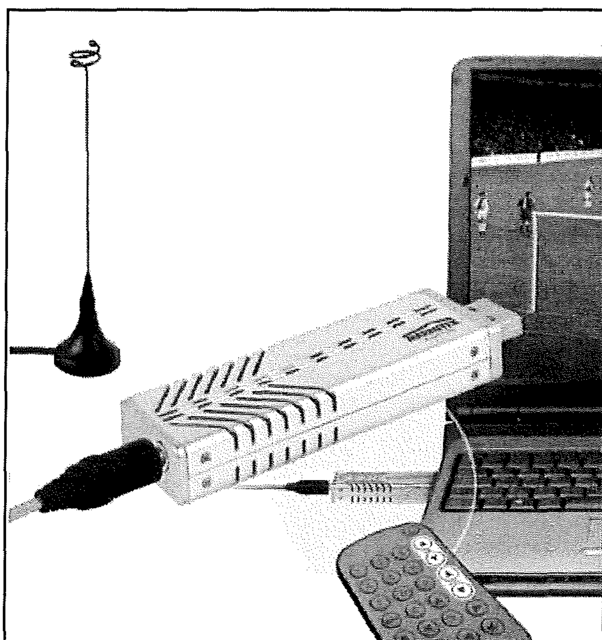
Inleiding
Op dit moment kunt u reeds diverse DVB-T decoders kopen. Sommige appa-

3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial

raten zijn geschikt voor het ontvangen van DVB-T programma's op de PC, anderen kunt u aansluiten op uw TV.

Belangrijke opmerking
De besproken apparatuur is bedoeld voor het ontvangen van free-to-air uitzendingen. Digitenne kunt u er dus niet mee ontvangen!

Free TV 200
Deze set van Marmitek bestaat, zie figuur 5/3.18-13, uit een kleine ontvanger die u aansluit op een USB-poort van uw PC. De ontvanger wordt via een afgeschermde kabel aangesloten op een zeer kleine sprietantenne.



Figuur 5/3.18-13: De Free TV 200 van Marmitek.

Met deze set kunt u alle free-to-air DVB-T programma's ontvangen die *met voldoende veldsterkte* worden ontvangen. Dat *met voldoende veldsterkte* is een duidelijke begrenzing van deze set. Immers, de kleine antenne is slechts 12 cm lang en bedoeld voor binnengebruik.

Ontvangst van DVB-T zenders is dan ook alleen mogelijk als er in de buurt zendmasten aanwezig zijn die DVB-T programma's uitstralen. De hardware wordt geleverd met een versie van PowerCinema4 van CyberLink, een software multimedia ontvanger die de DVB-T programma's die door het apparaatje worden ontvangen automatisch opzoekt, er een index van maakt en het geselecteerde programma ofwel in een venster (figuur 5/3.18-14), ofwel schermvullend op uw monitor afspeelt.

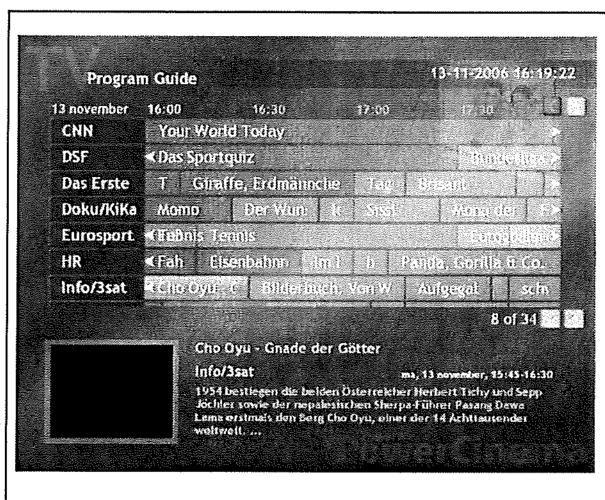


Figuur 5/3.18-14: Het afspelen van free-to-air DVB-T programma's in een venster van PowerCinema4.

PowerCinema4 is uitgerust met een EPG, een "Electronic Program Guide", zie figuur 5/3.18-15. Het programma download de gegevens automatisch van een gespecialiseerde internetsite en geeft nadien een tabellarisch overzicht van de programma's die een groot aantal zenders uitstraalt. Door op een programmam te klikken wordt automatisch overgeschakeld naar ontvangst van de zender (uiteraard in de veronderstelling dat deze zender is geregistreerd door de software).

3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial

De Free TV 200 kost, inclusief een infrarood werkende afstandsbediening, ongeveer € 60,00.



Figuur 5/3.18-15: De "Electronic Program Guide" die in PowerCinema4 is geïntegreerd.

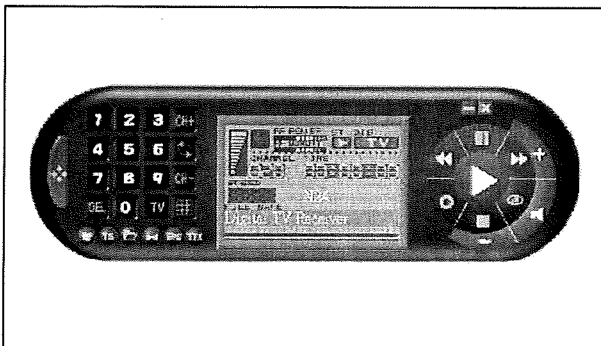
FreeCom DVB-T Stick

Dit in figuur 5/3.18-16 voorgesteld apparaatje is vergelijkbaar met de Free TV 200. Tóch zijn er ook verschillen. Zo is de meegeleverde sprietantenne voorzien van een magnetisch voet, zodat u hem zonder gevaar van omvallen op een metalen ondergrond kunt zetten. Bij de Free TV 200 moet u de antenne via een adapterkabeltje aansluiten op de USB-stick. Bij het apparaatje van FreeCom is dit niet noodzakelijk.

De DVB-T Stick wordt geleverd met een eigen programma DVB-T Player, zie figuur 5/3.18-17. Dit programma heeft in grote lijnen uiteraard dezelfde functionaliteit als de PowerCinema4, maar ook hier zijn wat verschillen. Zo kunt u instellen naar welke zenders de software moet zoeken, u kunt het land van herkomst selecteren en het frequentiegebied waarin moet worden gezocht. Verder kunt u via een "toetsenbordje" de zendfrequentie rechtstreeks intoetsen. Ook deze set wordt geleverd met een infrarood werkende afstandsbediening en kost ongeveer € 51,00.



Figuur 5/3.18-16: De DVB-T Stick van FreeCom.



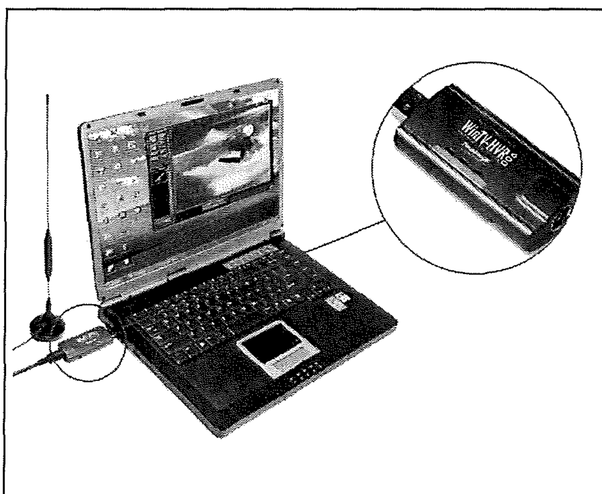
Figuur 5/3.18-17: Het instelvenstertje van de DVB-T Player die bij het apparaatje van FreeCom wordt geleverd.

Hauppauge HVR900 WinTV

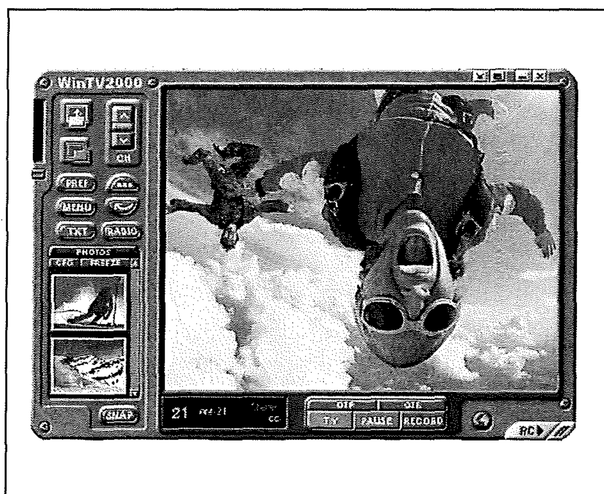
Deze in figuur 5/3.18-18 voorgestelde stick kan zowel analoge TV als DVB-T programma's ontvangen. Maar, omdat analoge TV binnenkort uit de Europese

3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial

ether moet zijn verdwenen heeft u aan die dubbele ontvangstmogelijkheid niet zo veel. Bovendien wordt de HVR900 zonder afstandsbediening geleverd, zodat u steeds via het toetsenbord of de muis van uw PC de ontvangst moet instellen respectievelijk onderbreken. Dit apparaatje word geleverd met de in figuur 5/3.18-19 voorgestelde WinTV2000, waarmee u op een snelle manier uw favoriete free-to-air DVB-T zenders kunt opsporen.



Figuur 5/3.18-18: De HVR900 van Hauppauge.



Figuur 5/3.18-19: De software WinTV2000 die bij de HVR900 WinTV wordt geleverd.

Deze Hauppauge ontvanger wordt aangeboden voor ongeveer € 118,00.

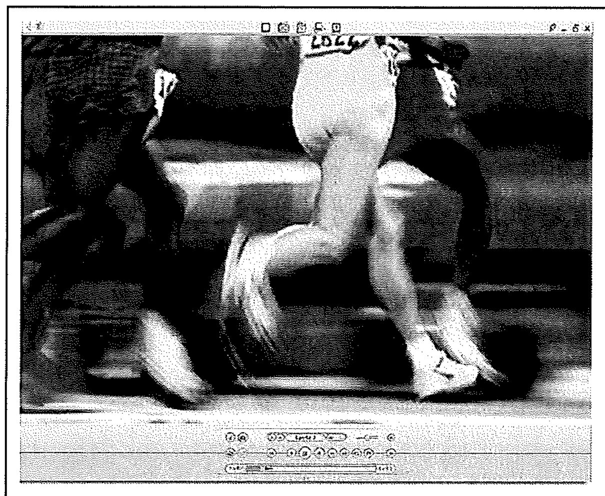
Pinnacle Hybrid Pro Stick

In figuur 5/3.18-20 ziet u alweer zo'n klein USB-stickje, deze keer van Pinnacle. Met de Hybrid Pro Stick kunt u analoge en digitale ether-TV ontvangen, maar bovendien heeft het apparaatje aansluitingen voor analoge video van videocamera of recorder. U kunt dus met de bijgeleverde software (zie figuur 5/3.18-21) alle denkbare videobronnen digitaliseren en op uw harde schijf opslaan. Bovendien kan de stick ook digitale audio ontvangen. Een unieke functie is de AutoPowerOFF: als u een programma opneemt op uw harde schijf sluit de software automatisch uw PC af als het programma volledig is opgenomen.
Dit apparaat wordt inclusief een antenne, een analoge ingangskabel en de software geleverd voor ongeveer € 89,00.



Figuur 5/3.18-20: De Hybrid Pro Stick van Pinnacle.

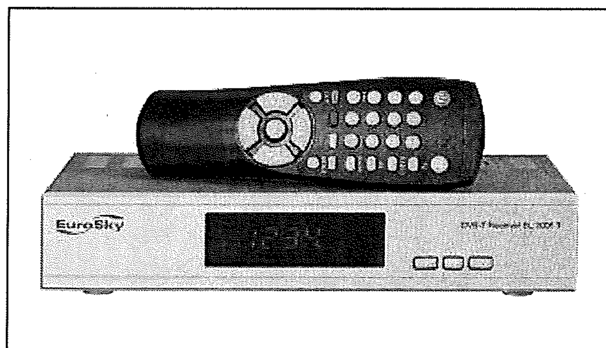
3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial



Figuur 5/3.18-21: De software Pinnacle Media-Center die bij de Hybrid Pro Stick wordt geleverd.

DVB-T Receiver SL2007 van EuroSky

Deze DVB-T ontvanger, voorgesteld in figuur 5/3.18-22, heeft een SCART-uitgang, waarmee u het apparaat op uw TV kunt aansluiten. Het apparaat wordt voor de absolute bodemprijs van € 50,00 geleverd door Conrad.

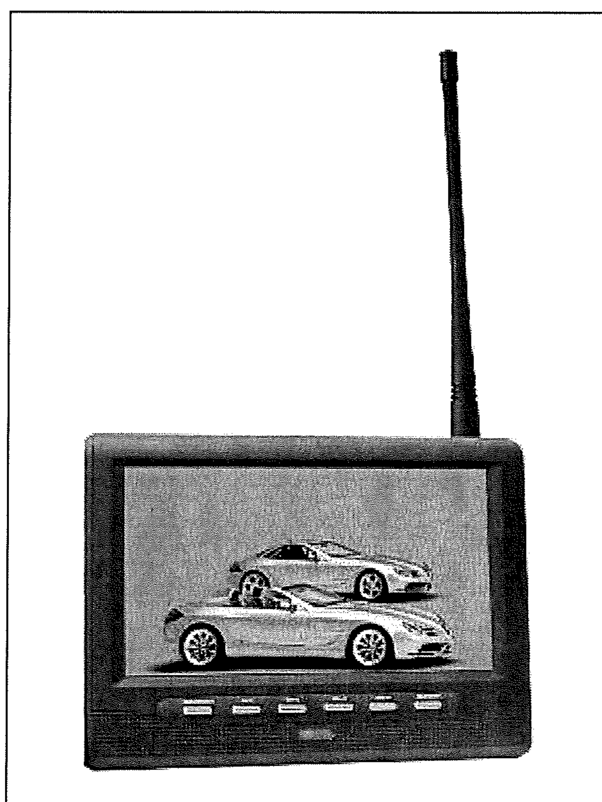


Figuur 5/3.18-22: De SL2007 DVB-T ontvanger van EuroSky.

De SL2007 bevat een 32 bit RISC processor, een 24 bit audio-DAC en heeft een afstembereik van 174 MHz tot 862 MHz. De receiver levert een +5 V voeding voor het eventueel voeden van een actieve kamerantenne. De software in de ontvanger zet menu's op het scherm die u met de afstandsbediening kunt besturen. Uiteraard is een elektronische programma gids (EPG) aanwezig. De SL2007 ondersteunt tele- en videotext en zoekt volledig automatisch alle digitale zenders op die met voldoende veldsterkte binnenkomen. Het apparaat wordt echter geleverd zonder antenne.

De DVB-T Combo 2 van Wittenberg

Wilt u TV kijken in een rijdende auto, dan is DVB-T de ideale oplossing. Bij dit systeem is er immers geen enkel gevaar voor spookbeelden en andere beeldvervormingen die bij de ontvangst van analoge TV in een rijdende auto een rol spelen. Diverse fabrikanten haken in op deze moderne trend en brengen draadloze DVB-T ontvangers op de markt met geïntegreerd LCD-beeldscherm.



Figuur 5/3.18-23: De draagbare DVB-T TV van Wittenberg.

3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial

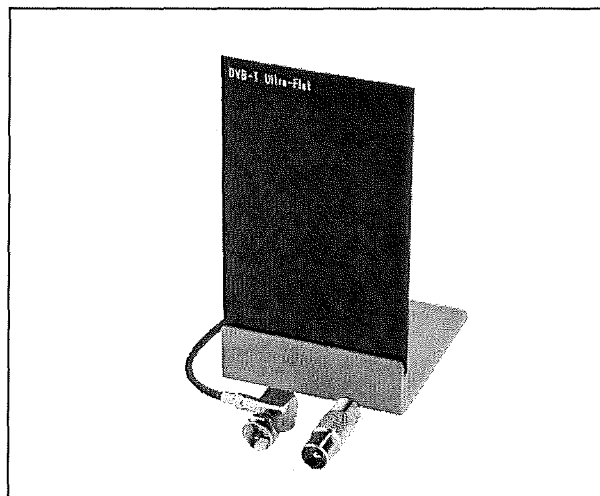
Een typisch voorbeeld van zo'n apparaat is voorgesteld in figuur 5/3.18-23.
Deze DVB-T ontvanger van het merk Wittenberg heet DVB-T Combo 2 en heeft een 16:9 beeldscherm met een diagonaal van 17,8 cm. Uiteraard is er ook een analoge tuner aanwezig. De Combo 2 heeft een aansluiting voor een externe antenne en een video-uitgang, zodat u het apparaat ook kunt gebruiken als digitale tuner voor ontvangst op uw groot thuisscherm. De ontvanger heeft een ingebouwde lithium-ion accu en aan aansluiting voor het 12 V boordnet. Het apparaat kost ongeveer € 190,00.

DVB-T antennes

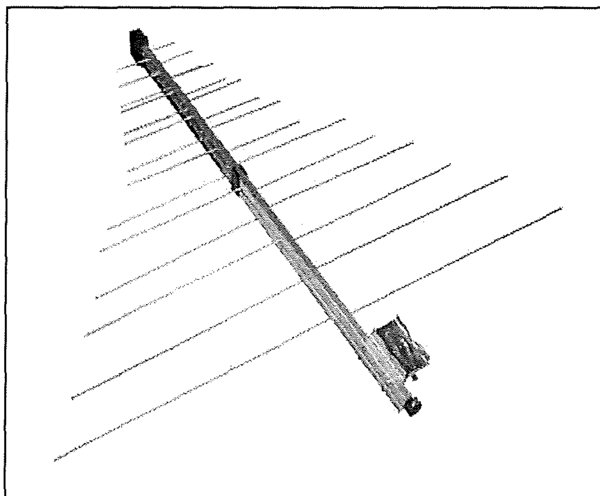
Inleiding
De meeste BVB-T ontvangers worden geleverd met een nogal simplistische sprietantenne. Deze versterken het signaal niet en u moet vrij dicht bij een zender wonen om voldoende veldsterkte binnen te krijgen. Gelukkig kunt u actieve antennes kopen, die voorzien zijn van een ingebouwde antenneversterker.

DVB-T Superflat
Deze antenne, voorgesteld in figuur 5/3.18-24, is met zijn afmetingen van 9,5 cm bij 6,5 cm bij 0,1 cm, superklein maar levert tóch een versterking op van 18 dB over het volledige frequentiebereik. De versterker wordt gevoed uit +5 V.
De Superflat kost ongeveer € 35,00.

Wittenberg WB345 Plus
Dit is, zie figuur 5/3.18-25, een forse buitenantenne met als afmetingen 79 cm bij 80 cm bij 20 cm. Deze antenne heeft een ingebouwde versterker met een winst van 20 dB in de banden III, IV en V (VHF en UHF).



Figuur 5/3.18-24: De Superflat miniatuur kamerantenne met een versterking van 18 dB.



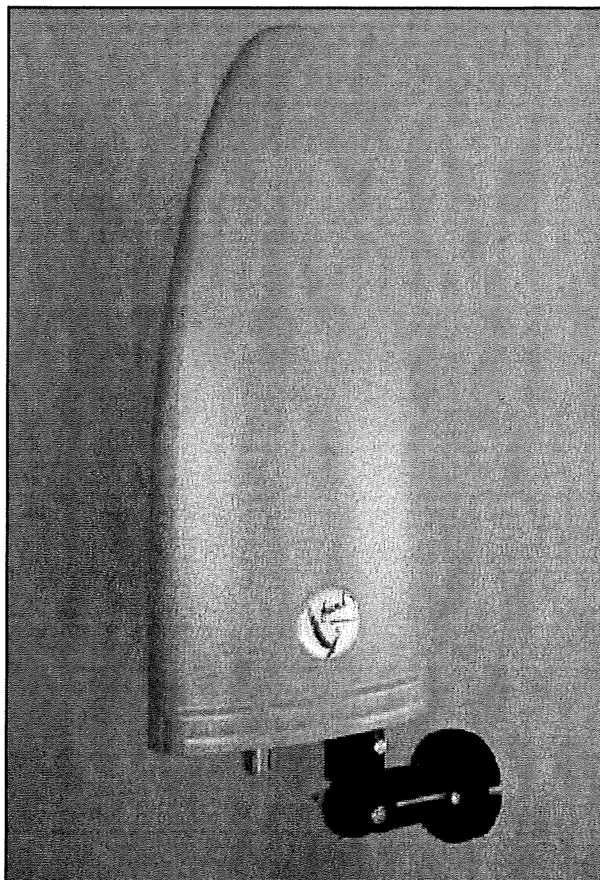
Figuur 5/3.18-25: De Wittenberg WB345 actieve buitenantenne.

De voedingsspanning voor de versterker wordt via een klein kastje aangevoerd via de coaxiale leiding. Van uit dit kastje kunt u dan weer met een coaxkabel naar uw DVB-T ontvanger. Dit is een typische antenne voor de échte DVB-T fanaat, die op zoek gaat naar zoveel mogelijk zenders en dan gebruik maakt van een

3.18 DVB-T: Digital Video Broadcasting Terrestrial

draaibare antenne. De goede, oude tijden schijnen te herleven!

Funke 300
Een handige oplossing tussen de sprieterige kamerantenne en het geweld van de WB345 Plus is de in figuur 5/3.18-26 voorgestelde Funke 300. Dit is een kleine buitenantenne die u met behulp van een meegeleverde beugel op uw gevel bevestigt. De ingebouwde versterker geeft een winst van 9 dB tot 15 dB in het frequentiebereik van 174 MHz tot 862 MHz. Een 5 V netvoeding wordt meegeleverd en uiteraard wordt deze voedingsspanning ook bij deze antenne via de coaxkabel getransporteerd.



Figuur 5/3.18-26: De Funke 300 gevelantenne met een versterking van maximaal 15 dB.